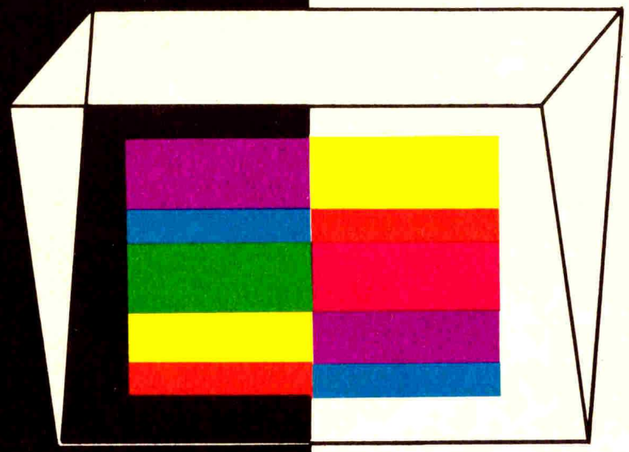
von NEWTON zu GOETHE



Verlag Die Pforte

V. u. W. Scharnowell

Viktor und Wilhelm Scharnowell

von Newton zu Goethe

Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Naturerkenntnis

Verlag Die Pforte Basel

Einbandentwurf und Textzeichnungen: Viktor Scharnowell
Druck: Goepfert & Duerr AG Basel

Besonderer Dank sei Herrn Architekt Walter Keller, Dornach, für die Herstellung der Farbauszüge und die Gestaltung des Satzes ausgesprochen.

Copyright 1973 by Verlag Die Pforte Basel/Switzerland

Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks und der photomechanischen Wiedergabe, vorbehalten.

Inhaltsübersicht

Man schrieb das Jahr 1672 5
Zur Entstehungsgeschichte eines wissenschaftlichen Irrtums 7
Die Achromatisierung optischer Linsensysteme 8
Die wissenschaftsmethodischen Unzulänglichkeiten, welche zum Achromasie-Irrtum führten 9
Die Entstehung spektraler Brechungsrandfarben 12
Metamorphosen der spektralen Brechungsfarbränder 14
Im Licht enthaltene Brechungsfarben - physikalische Wirklichkeit oder physikalische Modellbildvorstellung? 23
Sind die Spektralfarben im Sonnenlicht „enthalten"? 25
Newtons Auswahlverfahren 41
Das methodische Vorgehen zur Eliminierung der Finsternis 41
Newtons Versuch mit gekreuzten Prismen 44
Zusammenfassung und Kennzeichnung des Newtonschen wissenschaftsmethodischen Vorgehens 51
Versuch einer kurz gefassten Kennzeichnung der wissenschaftsmethodischen Grundvorstellungen Goethes 53
Vergleichende Gegenüberstellung der Bewusstseinssituation, welche dem Werke Newtons und dem Werke Goethes zugrundelag 56
Die Auswirkungen für den Wissenschaftsbereich der Optik 57
Zusammenfassung 59
Noch einiges zum Thema „Finsternis". 59
Fragen - Probleme - Einwände - Gegenargumente - Bestätigungen 60
Die Situation der Naturwissenschaft an der Schwelle zum dritten Jahrtausend 63
Rückblicke - Vergleiche - Ausblicke 65
Schrifttums- und Studienhinweise 69
Studienvorschlag 71
Erläuterungen zum Abhandlungstext 74

Johann Wolfgang v. Goethe (1749-1837)

„Es ist hier die Rede nicht von einer durchzusetzenden Meinung, sondern von einer mitzuteilenden Methode, derer sich ein jeder als eines Werkzeuges nach seiner Art bedienen möge."

in einem Brief an G.W.F. Hegel

E 1

Man schrieb das Jahr 1672.

Es war 120 Jahre vor Goethes "Beiträgen zur Optik", als der Königlichen Sozietät zu London eine wissenschaftliche Abhandlung vorgelegt wurde, die dem physikalischen Denken der folgenden drei Jahrhunderte entscheidende Züge aufprägen sollte.

"A new theory about light and colours" – lautet der Titel in den Philosophical Transactions, dem Mitteilungsorgan der Royal Society of London for the Promotion of Natural Knowledge. Der siebenundzwanzigjährige Professor der Mathematik und Physik am Trinity College in Cambridge, Isaac Newton, war der Verfasser.

Am 5. Juni 1661 vorgregorianischer Datierung war der damals noch nicht 19-jährige Newton als "Subsizar" (Schüler ohne höheren Rang mit der Verpflichtung zu persönlichen Dienstleistungen) ins Trinity College aufgenommen worden. Die Studienordnung erforderte es, dass ein "Tutor", gewöhnlich ein älterer "Scholar" oder "Fellow" die Anleitung und Beaufsichtigung des Anfängers zu übernehmen und eine gewisse Disziplinargewalt auszuüben hatte. Von seinem ersten Tutor, Benjamin Pulleyn, erhielt Newton zum Studium Sandersons "Logic", die "Arithmetica infinitorum" des Wallis, Descarte's "Geometrie" und Keplers "Optik". Ausserdem waren die Vorlesungen über Mathematik und Optik, die Prof. Isaac Barrow – Newtons späterer Freund und Förderer – am Trinity College hielt, elementare Grundlage des wissenschaftlichen Werdeganges für Newton. Die traditionellen Rangstufen einer Universitätslaufbahn gewann Newton in der üblichen Studienzeit, mit zwei Unterbrechungen in den Pestjahren 1665/1666. Im Jahre 1664 wurde er Scholar, 1665 Bachelor of Arts (B.A.), nach dreijährigem Baccalaureat 1667 Minor Fellow und 1668 Major Fellow (Jüngerer und Älterer Kollegiat). Im gleichen Jahre erhielt er die Würde eines Masters of Arts (M.A.), eines Magisters der Schönen Künste.

Über Newtons Studienjahre weiss man sehr wenig. Auf Grund von Geldausgabevermerken dürfen wir annehmen, dass der junge Student in den Jahren bis 1665 – wohl angeregt durch Barrows Vorlesungen – neben seinem Mathematik-Studium an der praktischen Verbesserung der damals üblichen Linsenfernrohre arbeitet. Er ist um das präzise Schleifen elliptischer und hyperbolischer Linsenformen bemüht, da sich die bisher verwendeten Kugelschnittform für die gewünschte Abbildungsgüte optischer Objekte als unzulänglich erwiesen hatte.

E 2

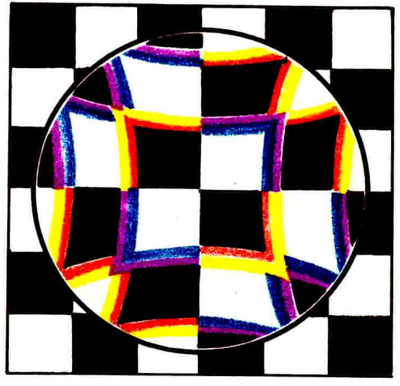


Abb. 1

Bei seinen optischen Untersuchungen stösst nun Newton auf eine immer wieder auftretende, scheinbar unvermeidliche und unkorrigierbare weitere "Störung". Alle mit Hilfe seiner Linsen entworfenen Abbildungen haben feine, regenbogenfarbige Ränder, die sich an allen Bildkonturen vorfinden,

gegen den Bildrand hin mit wachsender Breite in Erscheinung treten und die Schärfe der Abbildung dadurch stark beeinträchtigen.

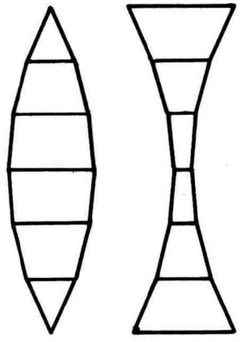


Abb. 2

Da jede Linse als Aneinanderreihung beliebig vieler Teilprismen aufgefasst werden kann, deren Flächenneigung gegen den Linsenrand gesetzmässig zunimmt, geht Newton folgerichtig dazu über, das Störungsphänomen an den leichter überschaubaren Gegebenheiten dreiseitiger, ebenflächig begrenzter Glasprismen zu untersuchen. Prismenkäufe der Jahre 1664 bis 1666 lassen den Schluss zu, dass er bereits in diesen Jahren seine grundlegenden Spektral-Versuche angestellt hat.

Auch die Experimente mit Prismen, insbesondere das Phänomen des Sonnen-"Spektrums", das schon MARCUS MARCI de KRONLAND, Professor der Medizin in Prag, eingehend untersucht hatte (Thaumantias, 1648), verdichten bei Newton folgende Vorstellung immer mehr zur Gewissheit und Überzeugung:

Der Bau achromatischer (randfarben-freier) Linsenfernrohre ist undurchführbar, da bei *jeder Brechung* weisser Sonnenlichtstrahlen Farberscheinungen auftreten müssen, welche die Deutlichkeit und Ebenbildlichkeit optischer Abbildungen beeinträchtigen.

Diese Überzeugung liess sich auch theoretisch durch die Annahme begründen, dass die störenden Farbränder unsichtbar in der *"Struktur" des Lichtes* veranlagt seien. Die Lichtbeschaffenheit werde bei Brechung an Linsen und Prismen lediglich offenbar. Und die Deutung aller bisherigen Versuchsergebnisse, insbesondere der des Sonnenspektrums, schien diese Annahme zu rechtfertigen und zu beweisen.

Die geschilderten Überlegungen sollten – trotz der zugrundeliegenden irrtümlichen Vorstellungen – in zweifacher Hinsicht Newtons Weltruhm begründen:

Sie waren einerseits Anlass zum Bau eines Fernrohres, das nicht auf Grundlage der Lichtbrechung in Linsen, sondern mit Hilfe der farbrandfreien Lichtspiegelung an einer Hohlspiegelfläche die entscheidende optische Vergrösserung und Abbildung erzielte, und das in den Konstruktionen von ZUCCHIUS (1616), MERSENNE (1634) und – im Prinzip – von GREGORY (Optica promota – 1663) bereits vorlag – andererseits bedeuteten sie den Geburtsmoment der für die damalige Optik und Naturphilosophie unerhört revolutionären neuen Lehre vom Enthaltensein spektraler Farben im weissen Sonnenlicht. Demnach wäre das einheitlich erscheinende Weiss des Sonnenlichtes als additive Farbmischung der im Prismenspektrum erscheinenden Farbkomponenten aufzufassen. Mittels des Prismas wird Sonnenlicht de-komponiert und in seine unterschiedlich brechbaren Farbanteile zerlegt.

E 3

E 4

Zur Entstehungsgeschichte eines wissenschaftlichen Irrtums

Die Achromasie

Auf Grund der Newtonschen "Optik" musste eine "Farbkorrektur" von Linsen und Linsensystemen als grundsätzlich undurchführbar angesehen werden. Newtons Versuche hatten ergeben, dass die im Sonnenlicht enthaltenen Farbanteile, infolge ihrer unterschiedlichen Refrangibilität (Brechbarkeit), bei jeder Richtungsänderung in Linsen und Prismen voneinander gesondert werden und als spektrale Brechungsfarben in Erscheinung treten. Bei Fernrohren und Mikroskopen, die auf Grundlage der Lichtbrechung in Linsen eine vergrösserte Abbildung erzielen, war deshalb theoretisch wie praktisch nur eine farbgestörte Wiedergabe des optischen Objektes zu erwarten. – Abb. 3

E 5

1 Ein weisser Lichtstrahl repräsentiert die Summe aller spektralen Farblichtstrahlen und enthält letztere.
2 Verschiedenfarbiges Licht ist unterschiedlich refrangibel.
3 Bei jeder Refraktion werden die Farbanteile des weissen Lichtes unterschiedlich gebrochen, voneinander gesondert, und bedingen dadurch in optischen Brechungssystemen
4 die "Chromatische Aberration" (Farb-Abweichung, Farb-"Störung").

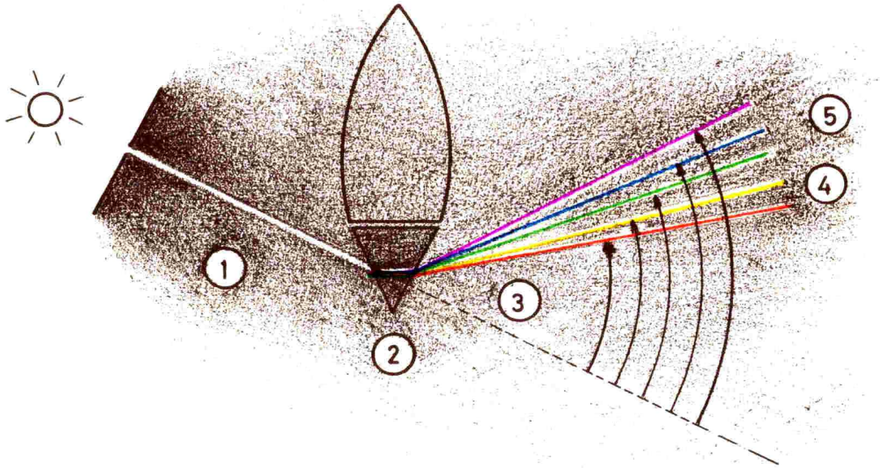


Abb. 3

5 Das Sonnenspektrum ist erscheinungsmässiger Ausdruck des gekennzeichneten Vorstellungs-Zusammenhanges.

An manchen Ansichten Newtons war in der folgenden Zeit vereinzelt Kritik geübt worden, doch fand sich lange Zeit niemand, der dessen grundlegende Fehlvorstellungen aufgedeckt hätte. Newton galt allgemein als eine der grössten Autoritäten auf dem Gebiet der mathematisch fundierten Naturwissenschaft und dies mag manchen Einsichtigen vor einer öffentlichen Diskussion und einer wissenschaftlich wünschenswerten Auseinandersetzung abgehalten haben.

Wenn wir heute mit Bewunderung vor den gewaltigen Leistungen der theoretischen und experimentellen Optik stehen, die eine Weiterentwicklung und Vervollkommnung vergrössernder optischer *Linsen*systeme mit sich brachte, dann sehen wir die geistige Hauptströmung dieses Bereiches der Wissenschaft und Technik nicht so sehr über NEWTON verlaufen, wie über LIPPERHEY, JANNSEN, GALILEI, KEPPLER, SCHEINER, SNELLIUS, MOORE-HALL, EULER, DOLLOND, KLINGENSTIERNA und FRAUNHOFER. Unbestritten ist hingegen Newtons Anteil an der Entwicklung des Spiegel-Teleskops.

Die Achromatisierung optischer Linsensysteme

Die Optik verfügte seit jeher über einen unwiderleglichen Experimentalbeweis für die Möglichkeit farbrandfreier Abbildung mittels eines Linsensystems: das menschliche Auge. Es gehört zur unmittelbaren Erfahrung jedes Sehenden, dass ein normales Auge unter normalen Bedingungen die sichtbare Umwelt im Wesentlichen frei von störenden Randfärbungen abbildet und vermittelt. Und in der Tat würde ein vergrösserndes Abbildungssystem, welches der Bildqualität menschlicher Sichtwahrnehmung nahekommt, eine hervorragende Gütestufe darstellen.

DAVID GREGORY (Aberdeen 1661 – Maidenhead 1710), ein Neffe des berühmt gewordenen JAMES GREGORY, hatte deshalb 1695 empfohlen, ein Fernrohrobjektiv aus verschiedenen Medien zusammenzusetzen, wie dies beim Auge der Fall ist, um eine von Farbfehlern freie Abbildung zu erhalten (Catoptricae et Dioptricae Elementa – Oxford 1695). OLDENBURG, der Sekretär der Royal Society of London, hatte in seinem Briefwechsel mit NEWTON gleichfalls die Vermutung geäussert, man könnte die Farbenerscheinung bei Linsenabbildungen dadurch aufheben, dass irgendeine geeignete Flüssigkeit zwischen zwei oder mehrere Gläser eingeschlossen wird.

NEWTON hatte jedoch in theoriebedingter Zwangsläufigkeit der unmittelbaren Selbstbeobachtung und der Sinneserfahrung seines Auges einen Einzelversuch entgegengehalten, der den Kausalzusammenhang von Brechung und Farberscheinung für bestimmte Glas/Wasser-Prismenkombinationen nachwies (Opticks – 1. Buch, Teil 2, Versuch 8). Durch *Verallgemeinerung* schien sich die Unmöglichkeit achromatischer Abbildung für *jede* Kombination unterschiedlich dichter optischer Mittel zu ergeben. Damit stand die "Gültigkeit der Farbstörung" auch für die im menschlichen Auge gegebene Kombination optischer Medien theoretisch fest und das Auge schied als experimentelles Vorbild für die mögliche Farbkorrektur von Fernrohrlinsen aus.

Nach dieser fehlerhaften Schlussfolgerung musste weit über ein halbes Jahrhundert vergehen, bis um 1729, etwa 2 Jahre nach Newtons Tod, dem 25-jährigen Engländer CHESTER ESQUIRE OF

MOORE-HALL (1703–1771) eine der bedeutendsten technischen Leistungen der Neuzeit gelang. Vermutlich durch eine Arbeit EULERs (1707–1783) angeregt und von der Analogie zum Bau des menschlichen Auges geleitet, kombinierte MOORE HALL eine Sammellinse aus Kronglas mit einer Zerstreuungslinse aus Flintglas und verwirklichte damit – in Widerspruch zur theoretischen Überzeugung der damaligen Fachgelehrten – das erste achromatische Objektiv der Geschichte.

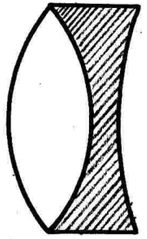


Abb. 4

Mit dieser Erfindung wäre das grösste Problem in der Entwicklung von Fernrohr und Mikroskop gelöst gewesen, wenn der Erfinder die Öffentlichkeit von seiner Entdeckung unterrichtet hätte. Er hat dies jedoch aus unbekannten Gründen unterlassen und so kam es, dass weitere 25 Jahre vergingen, bis die achromatischen Objektive allgemein bekannt wurden und ein anderer dafür Ruhm und materiellen Erfolg erntete. Dieser andere war JOHN DOLLOND (Spitalsfields 1706 – London 1761), der als einer der fähigsten und unternehmerischsten englischen Optiker seiner Zeit angesehen werden darf.

Die wissenschaftsmethodischen Unzulänglichkeiten, welche zum Achromasie-Irrtum führten

ISAAC NEWTON hatte eingehende experimentelle Untersuchungen und Messungen an verschiedenen Kombinationen unterschiedlich dichter optischer Mittel durchgeführt. Er galt als wissenschaftliche Autorität auf physikalisch-mathematischem Gebiet.

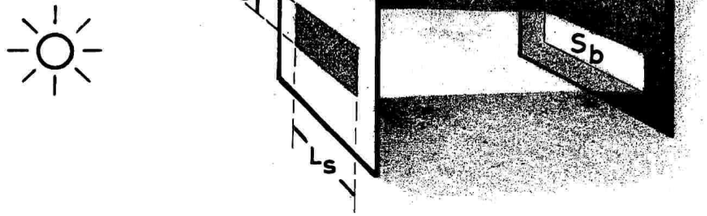


Abb. 5

Seine Experimente und Schlussfolgerungen hatten für die zeitgenössische Wissenschaftswelt den Charakter uneingeschränkter Gültigkeit. Wie konnte sich angesichts dieses Sachverhaltes gerade *beim ursprünglichen Zentralproblem Newtons, der Farbkorrektur von Fernrohrlinsen,* der gekennzeichnete folgenschwere Irrtum ergeben?

Der experimentelle Sachverhalt ist folgender (Abb. 5): Wird mittels eines Blendschirmes, in dem sich eine Spaltöffnung von der Breite B_s und der Länge L_s befindet, die freie Ausbreitung des Sonnenlichtes begrenzt, so erscheint auf dem Projektionsschirm PS eine Abbildung der Spaltöffnung S_b. Ausmass und Form des Lichtbereiches zwischen Spalt und Bildschirm können mit Hilfe trüber Medien (Rauch, Kreide-Staub u.ä.) ersichtlich gemacht werden.

In der folgenden Abbildung sind mehrere Teilprismen P_1, P_2, P_3, P_4 von unterschiedlicher optischer Dichte und chemischer Beschaffenheit, jedoch gleichem Brechungswinkel φ, zu einem Polyprisma Pr vereinigt:

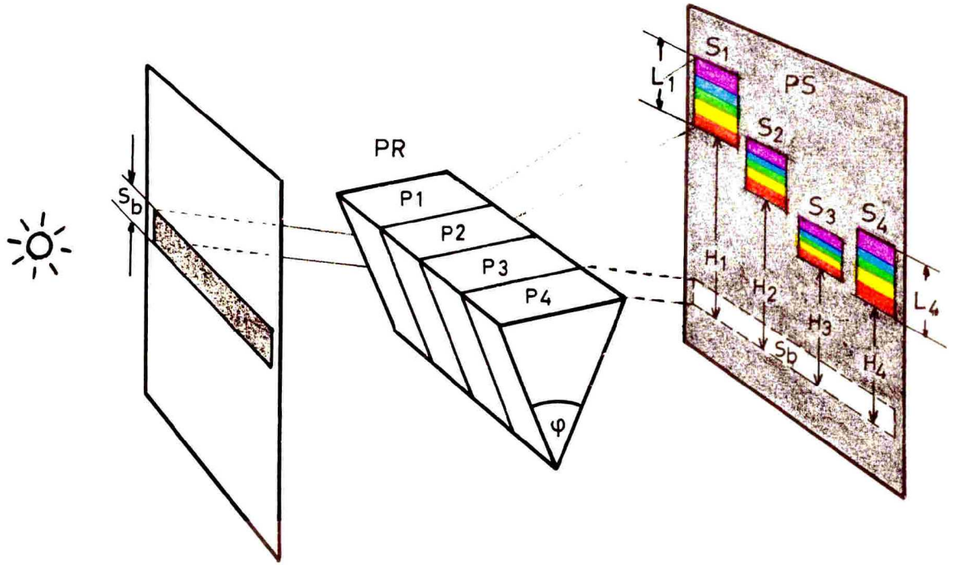


Abb. 6

Wird dieses Prisma derart in den Lichtbereich hinter der Spaltblende gehalten, dass alle Teilstücke des Polyprismas gleichmässig erfasst werden, so erscheint hinter jedem Teilprisma eine individuell verschiedene Spektralfarbreihe S_1, S_2, S_3, S_4 von unterschiedlicher Farbgliederung und nichtgleicher Länge L_1, L_2, L_3, L_4. Die Farbreihen liegen nicht nebeneinander, sondern erscheinen – im Vergleich zur Einfallsrichtung des Lichtes – unterschiedlich hoch emporgerückt. Die Unterkante jeder Spektralfarbreihe ist von der Unterkante der ungebrochen abgebildeten Lichtspalt-Projektion S_b verschieden weit entfernt (H_1, H_2, H_3, H_4).

Bei Variation aller beteiligten Versuchs-Komponenten der beschriebenen Versuchs-Anordnung wird ersichtlich, welche Komponenten für das Erscheinen des Prismenspektrums wesentlich sind und welche dimensionalen Beziehungen – neben den qualitativen – vorliegen. Folgender schematische Seitenriss möge den Zusammenhang veranschaulichen:

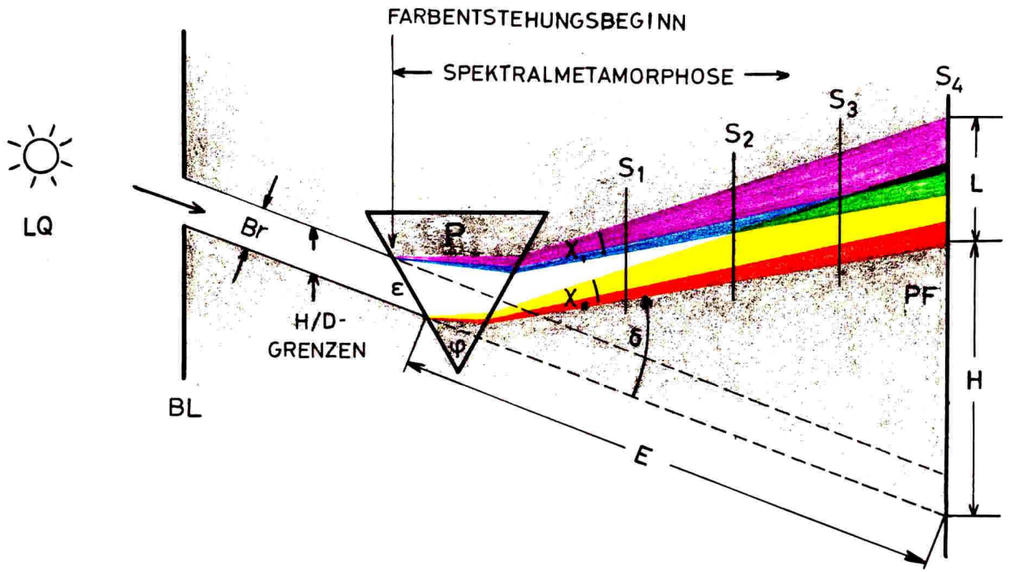


Abb. 7

Die Entstehung spektraler Brechungsrandfarben

Zum Entstehen und Erscheinen eines prismatischen Sonnen-Spektrums sind folgende Versuchs-Komponenten erforderlich:

1. die Sonne als Licht-Quelle,
2. eine Vorrichtung, welche die Lichtwirkung räumlich begrenzt und zwei Hell/Dunkel-Grenzen entstehen lässt – Bl,
3. ein Glas- oder Flüssigkeitsprisma – P,
4. eine weisse verschiebbare Projektionsfläche – PF oder Kreidestaub, Salmiaknebel u.ä., durch welche nicht nur ein jeweiliger Querschnitt des Spektrums (S_1, S_2, S_3, S_4), sondern der Gesamtverlauf im Seitenriss ersichtlich gemacht werden kann.

Wie Abb. 7 zeigt, besteht das prismatische Sonnenspektrum (violett-blau-grün-gelb-rot) aus zwei komplementärfarbigen, fächerförmigen, winkel-gleichen Halbspektren (violett-blau und gelb-rot), die im Hell/Dunkel-Grenzbereich des Lichtweges, nach erfolgter Erstbrechung, von der Lichteintrittsfläche des Prismas ab in Erscheinung treten. Die hier entstandenen Farbfächer erfahren an der Lichtaustrittfläche des Prismas eine Zweitbrechung, die eine neuerliche Richtungsänderung mit Zunahme der Farbfächer-Divergenz zur Folge hat. Innerhalb der farbkomplementären Fächerbereiche verlaufen die Farben *nicht* kontinuierlich ineinander. Der schmale rote (bezw. blaue) Farbfächerrand hebt sich relativ scharf vom wesentlich breiteren gelben (bezw. violetten) Bereich ab. Die oberen Grenzen der beiden Farbfächer (schwarz/violett bezw. weiss/gelb) verlaufen parallel zueinander, desgleichen die unteren Grenzen (blau/weiss bezw. rot/schwarz). Wegen der parallel verlaufenden Farbfächergrenzen sind die Divergenzwinkel der Farbfächer gleich gross ($\chi_I = \chi_{II}$). Dieser leicht einzusehende geometrische Sachverhalt bedingt, dass die Farbfächer-*Aussengrenzen* um den Winkel χ divergieren, während die *Innengrenzen* um den gleichen Winkel konvergieren. Die Innengrenzen-Konvergenz ergibt – abhängig von der Spaltbreite Br in mehr oder weniger grosser Entfernung vom Prisma – eine Überdeckungszone, innerhalb der sich der blaue Bereich des ersten Farbfächers mit dem gelben Bereiche des zweiten Fächers zum spektralen Grün-Bereich des Vollspektrums verbindet (S_2). Wegen der Konvergenz- bzw. Divergenz-Verhältnisse der Farbfächer-Zonen ändert sich beim Abrücken der Projektionsfläche, oder beim Zusammenrücken der Farbfächer infolge Blenden-Verengung, auch das spektrale Projektionsbild kontinuierlich in seiner Farbenfolge. Bei kontinuierlicher Lichtspaltverengung rückt der Grünentstehungsbeginn (S_2) prismenwärts, tritt ins Prisma ein und nähert sich bei einer Spaltblendenbreite von nahezu Null der Lichteintrittsfläche des Prismas (Maximum der spektralen "Reinheit"). Auf keiner Stufe der Spektral-"Genese" deckt sich jedoch die Experimentalerfahrung mit dem von NEWTON zugrundegelegten Spektral-Schema (vgl. Abb. 3), das die physikalische Wirklichkeit theoriegerecht "idealisiert" bzw. interpretiert.

Die Schnittbilder S_1–S_4 veranschaulichen Metamorphose-Stufen des spektralen Farbbandes (Abb. 7). Bei S_3 weist das Spektrum nurmehr die Farben violett/dunkelviolett/grün/rot auf. Bei S_4 entsteht zwischen rot und grün eine schmale dunkle Zone als Ergebnis der blauen und roten Farbfächerzonen-Verbindung. Gleichzeitig bilden sich im Durchdringungsbereich des gelben und violetten Farbfächerteiles dunkle Streifen. Bei weiterer Lichtspaltverengung und Einschaltung einer abbildenden Linse werden die Dunkelzonen schmaler und zahlreicher: Wir stehen am Beginn einer Metamorphose,

im Verlaufe welcher sich die Vielzahl der sogenannten FRAUNHOFERSCHEN SPEKTRALLINIEN herausbildet.

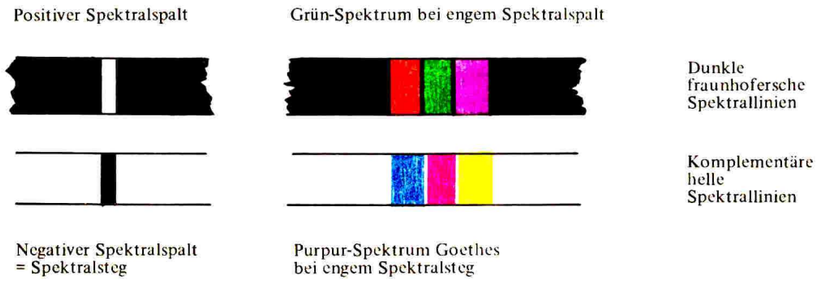


Abb. 8

An dieser Stelle sei noch der Hinweis gestattet, dass das von GOETHE aufgezeigte umfassende Naturprinzip der POLARITÄT bezw. KOMPLEMENTARITÄT auch für das Phänomen der Fraunhoferschen Linien zutrifft.

In dem von GOETHE entdeckten, zum Grün-Spektrum farbkomplementäre *Purpur-Spektrum (Weiss/Gelb/Rot + Violett/Blau/Weiss = Weiss/Gelb/Rot/Purpur/Violett/Blau/Weiss* und bei weiterer Annäherung der Halbspektra: *Weiss/Gelb/Purpur/Blau/Weiss)* entstehen an den Stellen, die bei S_4 dunkle Linien zeigten, nunmehr farbkomplementäre HELLE SPEKTRALLINIEN. (Vgl. KIRSCHMANN, Dr. A. – Das umgekehrte Spektrum und die Spektralanalyse, Zeitschr.f.Instr. Kunde 1924 – S. 173–175 und KNAUER, Dr.H., – Über die Entstehung der Farben im Spektrum im Sinne der Goetheschen Farbenlehre – Dornach 1932).

Auf die räumliche Anordnung des Farbspektrums haben folgende Versuchs-Faktoren einen wesentlichen Einfluss (Abb. 7):

1. die Spaltbreite – Br,
2. die Prismensubstanz – P,
   a) hinsichtlich ihrer Brechfähigkeit (grössenmässig wiedergegeben durch den Refraktionsindex),
   b) hinsichtlich ihrer Farbfächerungsfähigkeit (grössenmässig wiedergegeben durch den Dispersionsindex),
3. der Brechungswinkel des Prismas – φ,
4. der Neigungswinkel – ϵ,
5. die Entfernung zwischen Prisma und Bildwurffläche – E.

Die Farbfächer-Divergenz χ

hängt im wesentlichen ab von den Versuchsfaktoren 2, 3 und 4. Sie ist für das blau-violette und das rot-gelbe Fächerbereich bei ein- und demselben PRISMA winkelgleich ($\chi_1 = \chi_2$).

Die Spektren-Länge L

Da bei Blenden-Erweiterung die Farbfächer um den Betrag der Spaltbreiten-Zunahme auseinanderrücken und die Vergrösserung der Projektionsflächen-Entfernung eine proportionale Längenzunahme des Spektrums bewirkt, ist die Längenausdehnung des sichtbaren Spektralbildes – S ausser von den Versuchsfaktoren 2, 3 und 4 auch noch abhängig von den Faktoren 1 und 5.

Der Ablenkungswinkel δ

Der Winkel zwischen ursprünglicher Licht-Einfallsrichtung (Richtung des Hell/Dunkel-Grenzverlaufes vor dem Prisma) und der gebrochenen Unterkante des sichtbaren roten Spektralbereiches (Ablenkungswinkel δ) hängt im wesentlichen von den Versuchs-Faktoren 2, 3 und 4 ab,

die Ablenkung H

ausserdem vom Versuchs-Faktor 5.

Die qualitative und quantitative Experimentalprüfung lässt folgenden naturgesetzlichen Zusammenhang ersichtlich werden:

$$L = f(P, \varphi, \epsilon, Br, E)$$

Die *Länge des visuellen Prismatischen Sonnenspektrums* – L ist eine Funktion der Versuchs-Parameter *Prismensubstanz* – P, *Brechungswinkel* φ, *Neigungswinkel* ϵ*, *Spaltbreite* – Br und *Projektionsflächenabstand* – E.

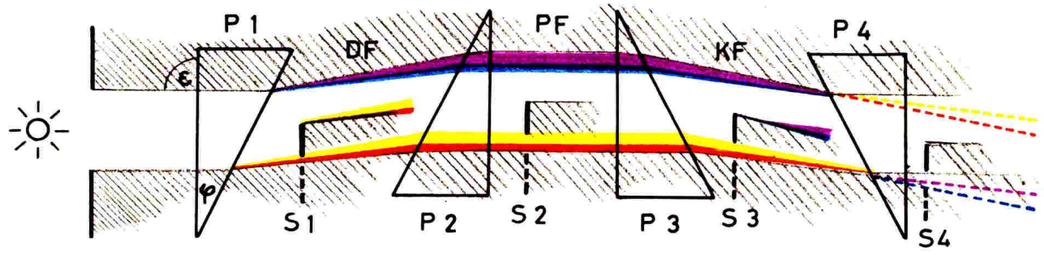
SUBSTANZ und FORM eines brechenden optischen Mediums und dessen räumliche Anordnung gegenüber der Lichtquelle haben wesentlichen Einfluss auf das Ausmass der nach jeder Lichtrichtungsänderung im gebrochenen Hell/Dunkel-Grenzbereich auftretenden komplementärfarbigen *Brechungsfarbränder,* aus denen jedes Prismen-Voll-Spektrum besteht.

Da mit der Einsicht, welche Experimentalfaktoren eine (wiederholbare) gesetzmässige Naturerscheinung bedingen, auch die Erkenntnis gegeben wird, wie das entstandene Phänomen modifiziert bezw. rückgängig gemacht werden kann, bedeutet *die richtige Beurteilung des Einflusses von SUBSTANZ und FORM optischer Mittel die Lösung des ursprünglichen Newtonschen Zentralproblems.*

Metamorphosen der spektralen Brechungsfarbränder

Die *Form eines prismatischen Farbspektrums* kann durch die erwähnten Versuchsfaktoren 1–5 und somit auch – wie leicht einzusehen ist – durch Anwendung weiterer Prismen modifiziert werden, die – je nach (Additions- oder Subtraktions-) Lage der Brechungswinkel – eine Verstärkung oder Abschwächung der Farbfächer-Divergenz zu bewirken vermögen.
In folgender Abbildung wird zur Veranschaulichung der Farbrand-Metamorphose eine methodisch bedingte Kombination von vier *winkel- und substanzgleichen* Prismen wiedergegeben. Die Farbränder sind der besseren Veranschaulichung wegen überdimensioniert. In den Lichtgang sind die vier "Kontroll-Schattenwerfer" $S_1 - S_4$ eingeschaltet:

*) Der NEIGUNGSWINKEL zwischen *Lichteinfallsrichtung* und *Grenzebene* des brechenden Mediums ist in phänomenologischer Hinsicht 'konkreter' als der übliche aber abstraktere EINFALLSWINKEL zwischen Lichteinfallsrichtung und Brechungsebenennormale.



ϵ = Neigungswinkel 90°
P 1–P 4 = Winkelgleiche Glasprismen, $\varphi \sim 30°$
S 1– S 4 = Kontroll-Schattenwerfer

Wird Prisma 4 entfernt, so geht der rot/gelbe konvergente Farbfächer durch einen Farb"null"punkt, hinter dem ein divergierender blau/violetter Farbfächer entsteht. Mit dem zweiten Farbrand verhält es sich analog.

Abb. 9

Durch ein winkel- und substanz-gleiches, hinsichtlich des brechenden Winkels jedoch entgegengesetzt angeordnetes Zweitprisma (in "Subtraktions"-Stellung), das in einiger Entfernung hinter dem ersten Prisma angebracht wird, können die *divergierenden,* komplementärfarbigen Randfarbenfächer (DF) in zwei *randparallele*, je nach Entfernung des zweiten Prismas mehr oder weniger breite Farb-BÄNDER (PF) verwandelt werden.

Nähert man das zweite Prisma dem ersten, dann werden die parallelelen Farbbänder hinter dem zweiten Prisma schmaler, um schliesslich – wenn die Prismen aneinanderliegen und eine planparallele Glasplatte bilden – die Breite Null anzunehmen und die farblose Hell/Dunkel-Grenze wiederherzustellen bezw. unverändert bestehen zu lassen.

Ein drittes, substanzgleiches Prisma vermag die parallelen Randfarben-Bänder weiter "rückgängig" zu machen und in *konvergente* Farbfächer (KF) überzuführen, die durch ein weiteres, symmetrisch zum ersten angeordnetes viertes Prisma, das in Subtraktionsstellung zum dritten Prisma angeordnet worden ist, in die farblose Hell/Dunkel-Grenzen rückverwandelt werden können.

Von Absorptionsverlusten und Spiegelungsverlusten abgesehen, ermöglicht diese Versuchsanordnung die Wiederherstellung der ursprünglich farblosen Hell/Dunkel-Grenzen. Da hier jedoch mit der eingetretenen Farbkompensation auch die vorübergehend eingetretenen Lichtrichtungsänderungen rückgängig gemacht werden, stellt das bisher Erreichte lediglich eine Teillösung des Achromasieproblems dar: eine *Achromatisierung ohne Brechung.*

Würde bei obiger Versuchsanordnung das Prisma 4 durch ein solches von gleicher Substanz aber grösserem oder kleinerem Brechungswinkel ersetzt, so liesse sich wohl eine Ablenkung nach oben oder unten erzielen, gleichzeitig würde jedoch – wegen des Zusammenhanges von Brechungswinkel und Farbfächerungswinkel – eine Über- bezw. Unter-

Kompensation des hinter Prisma 3 konvergierenden Farbfächers auftreten, die eine neuerliche, wenngleich bedeutend geringere, Randfärbung entstehen liesse.

Erforderlich wäre also ein Prisma, das die Farbfächerkonvergenz hinter Prisma 3 *mit kleinerem Brechungswinkel* "bewältigt" und die Randfärbung zur farblosen H/D-Grenze neutralisiert. Denn wegen des gleichfalls bestehenden Grössenzusammenhanges zwischen Brechungs- und Ablenkungswinkel würde die Verringerung des Brechungswinkels auch eine verringerte Ablenkung zur Folge haben. Das aber ist es, was angestrebt wird: Eine trotz restloser Farbrand-*Kompensation* verbleibende (Rest-) *Ablenkung,* die einen gegenüber der ursprünglichen Richtung geänderten farblosen H/D-Grenzverlauf resultieren liesse.

Bei der von NEWTON angestrebten Achromatisierung des Prismen bezw. Linsen-Bildes war also das Kernproblem, auf den einfachsten Nenner gebracht: Gibt es OPTISCHE SUBSTANZEN, die bei kleinerem prismatischen Brechungswinkel gleich grosse Farbfächerungswinkel aufweisen, bezw. in umgekehrter Richtung unverändert grosse Farbfächer-Kompensation gewährleisten? Mit anderen Worten: Gibt es Substanzen, die bei gleich grossem Lichtablenkungswinkel unterschiedlich grosse Farbfächerungswinkel entstehen lassen? Welche Versuchsfaktoren modifizieren – zutreffendenfalls – die Grösse der Lichtrichtungsänderung δ, und welche die Grösse des Farbfächerungswinkels χ ?

Dass die von Newton benötigten optischen Substanzen zur Verfügung standen, konnte zwei Jahre nach dessen Tod durch CHESTER MOORE HALL praktisch nachgewiesen werden.

Da die Grösse der *Lichtbrechung* bzw. *Farbfächerung* von der PHYSIKALISCHEN BESCHAFFENHEIT eines optischen Mediums (Form, Dichte, Aggregatzustand u.a.) abhängt und durch die CHEMISCHE KONSTITUTION des Mediums entscheidend modifiziert wird, bietet *eine bestimmte Kombination substanz- und form-verschiedener Prismen* die Möglichkeit farbrandkompensierter Brechung und gewährleistet dadurch – auf Linsen übertragen – eine Farbenstörung des Fernrohrbildes. Wie erwähnt, gelang die Lösung des Newtonschen Zentralproblems in praktisch zureichendem Umfang dadurch, dass eine Bikonvexlinse aus weniger stark farbfächerndem Kronglas mit einer Bikonkavlinse geringerer Brennweite aus stärker farbfächerndem *bleihaltigem* (Flint-) Glas kombiniert wurde.

Dieser Achromatisierungs-Anordnung lag folgender phänomenale Sachverhalt zugrunde:

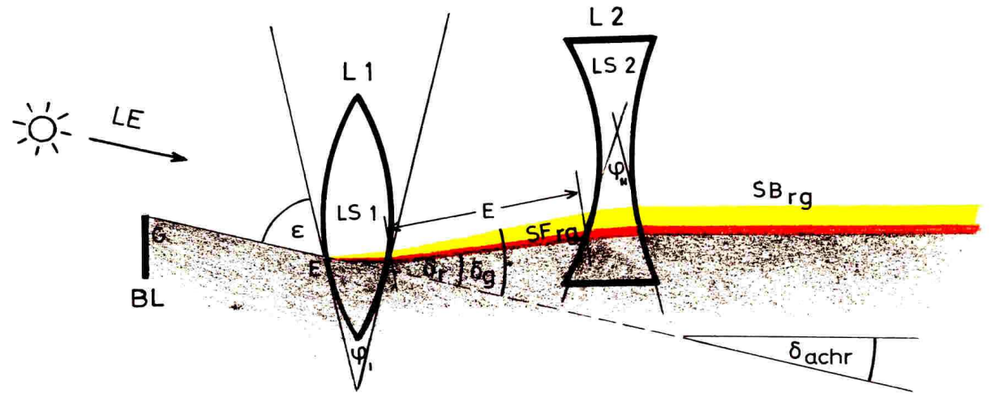


Abb. 10

LE	Richtung des ursprünglichen Lichteinfalls		lichen Lichtstromes, gemessen am Verlauf der *weiss-gelben Grenze* d. Halbspektrums
BL	Schattenwerfende Blende		
L_1	Konvexlinse von bestimmter Brennweite	δ_r	desgleichen – gemessen an der *rot-schwarzen Grenze*
LS_1	Linsensubstanz = Kronglas	$\delta_g - \delta_r$	Winkelgrösse der rot-gelben Farbfächers ("Dispersion" im rot-gelben Randfarbbereich) – abhängig von LS_1, E, ϵ und φ
ϵ	Neigungswinkel zwischen Lichteinfallsrichtung und Erstbrechungsebene (bei Linsen ist dies die Tangentialebene durch den "Einfallspunkt" der Hell/Dunkel-Grenzgeraden G–E	L_2	Konkavlinse (von geringerer Brennweite als L_1)
		LS_2	Linsensubstanz von L_2 = Flintglas
E	Einfallspunkt der Hell/Dunkel-Grenzgeraden und Entstehungspunkt der Randfärbung	SB_{rg}	Breite des parallelrandigen Farbbandes
		δ_{achr}	Resultierender Winkel bei achromatisierter Ablenkung = Winkel zwischen der ursprünglichen Lichteinfallsrichtung G–E und dem Grenzverlauf der achromatisierten, gebrochenen Hell/Dunkel-Grenze
φ	Neigungswinkel der Lichteintrittsebene gegenüber der Lichtaustrittsebene		
SF_{rg}	rot-gelber Spektral-"Fächer"		
SB_{rg}	rot-gelbes Spektral-"Band"		
δ_g	Winkelmassgrösse für die Richtungsänderung (Ablenkung) des ursprüng-	Eg	Entfernung zwischen L_1 und L_2

An der Hell/Dunkel-Grenzgeraden G–E entsteht vom Einfallspunkt E ab, nach erfolgter Erstbrechung, ein divergierender rot/gelber Spektralfarbfächer SF (Kanten-Halbspektrum). Dieser Farbfächer wird an der Lichtaustrittsfläche von L_1 abermals emporgebrochen. Durch L_2 wird der Farbfächer zurückgebrochen, wobei -bei bestimmter Dimensionierung der beteiligten Versuchskomponenten- der Farb-"Fächer" zu einem randparallelen Spektralfarb-"Band" SB reduziert wird.

Wird die Entfernung Eg zwischen L_1 und L_2 verringert, so muss -wie leicht einzusehen ist- das Farbband schmaler bezw. die Farbband-Breite SB_{rg} kleiner werden, um im Grenzfall Eg – O (unverkittetes Aneinanderliegen beider Linsen) den Wert "nahezu Null" anzunehmen.

In der Praxis des Objektivbaues erfolgt eine noch genauere Farbkorrektur dadurch, dass das Farb*band* SB in einen *konvergenten* Farb*fächer* verwandelt wird, dessen Konvergenz- bezw. Farbneutralisationspunkt mit dem Brennpunkt des achromatisierten Linsensystems zusammenfällt.

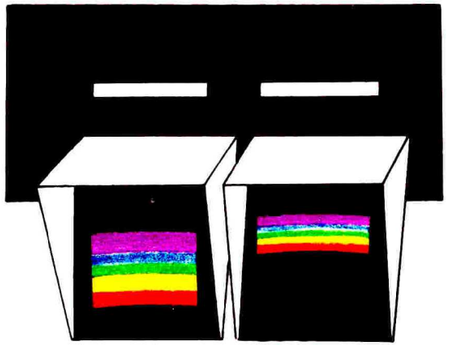
Der Winkel zwischen dem ursprünglichen Hell/Dunkel-Grenzverlauf G – E und dem Grenzverlauf der achromatisierten H/D-Grenze hinter L_2 ist die resultierende Ablenkungsgrösse δ_{achr}, deren Wert im Wesentlichen eine Funktion von E, ϵ, φ_1, φ_2, LS_1, LS_2, L 1, L 2 ist.

Bei der Suche nach einer Farbentstörungsmöglichkeit für Fernrohrobjektive, welche – wie gezeigt – durch Kombination zweier *Form-* und *Substanzverschiedener optischer Linsen* verwirklicht werden kann, war NEWTON bei seinen Prismenversuchen zu folgendem, nahezu unerklärlichem Ergebnis gekommen:

"Übrigens verursachte weder die VERSCHIEDENE GRÖSSE DER ÖFFNUNG im Fensterladen, noch die verschiedene Dicke des Prismas an der Stelle, wo die Strahlen hindurchgingen, noch auch eine VERSCHIEDENE NEIGUNG DES PRISMAS gegen den Horizont merkliche Änderung in der Länge des Spektral-Bildes. Ebensowenig die VERSCHIEDENE SUBSTANZ, aus der das Prisma bestand; denn in einem Gefäss aus geschliffenen, in Gestalt eines Prismas zusammengekitteten Glasplatten, welches mit WASSER gefüllt war, trat DERSELBE ERFOLG DES EXPERIMENTS HINSICHTLICH DER STÄRKE DER BRECHUNG /wie beim Glas-Prisma/ EIN." (Opticks, Prop.II., Lehrsatz 2, Versuch 3.)

E 7

Die durch Grossbuchstaben gekennzeichneten Behauptungen Newtons stehen zu den Beobachtungstatsachen eindeutig in Widerspruch.



Glasprismenspektrum $\varphi = 60^o$ Wasserprismenspektrum $\varphi = 60^o$

Abb. 11

Wie konnte, bei dem nicht zu übersehenden Unterschied zwischen Glasprismen- und Wasserprismen-Spektrum, die Bedeutung der Versuchskomponente "Prismensubstanz" derart folgenschwer verkannt werden?

Newtons Bemühungen um eine Verbesserung des farbgestörten Fernrohrbildes hatten ursprünglich zu keinem greifbaren Ergebnis geführt. Angesichts dieses Widerstandes der Natur gegen die Befragungen und Intentionen ihres wissenschaftlichen Inquisitors gewann jene Vermutung, die erstmalig bei der Betrachtung des Sonnenspektrums festere Umrisse angenommen haben mochte, immer mehr an Boden:

E 8

Wenn die Prismenfarben bereits im weissen Licht der Sonne "enthalten" wären und bei jeder Richtungsänderung lediglich in Erscheinung treten, dann müssten diese spektralen Brechungsfarben einerseits eine Verbesserung der Linsenfernrohre unmöglich machen (Opticks – Prop. VII., Lehrsatz 6), andererseits durften sie als Kernstück einer grossartigen Neuentdeckung angesehen werden, die eine tiefgehende Umwälzung auf dem Gebiet der Optik herbeizuführen versprach.

E 9

Newton vermochte die Ursache für das Misslingen der angestrebten Farbkorrektur nicht in der Unzulänglichkeit seines methodischen, experimentellen und begrifflichen Vorgehens zu sehen, und so projizierte er die Fehlerquelle gedanklich in die "verborgene Struktur" des weissen Sonnenlichtes. Das Licht selbst war sozusagen dafür verantwortlich, dass die angestrebte Farbkorrektur nicht gelungen war, weil dessen strukturelle Unzulänglichkeit die Herstellung farbstörungsfreier Fernrohrbilder grundsätzlich nicht zuliess.

Die Vorstellung von im weissen Licht präformiert enthaltenen, unveränderlichen, monochromatischen Farblichtstrahlen, die bei jeder Richtungsänderung als spektrale "Brechungs-" Farben *substanzunabhängig* in Erscheinung treten, hatte für den jungen Studenten bald derartige Überzeugungskraft erlangt, dass er selbst eindeutig widersprechende Versuchs-Ergebnisse nurmehr "theoriegerecht" zu sehen und alle Experimentalerfahrungen im Sinne der neuen Lehre zu interpretieren vermochte. Das gedankliche Kernstück seiner neuen Lichtvorstellung, die BRECHUNGS-FARBEN, und die Möglichkeit FARBFREIER BRECHUNG mussten sich in Newtons Vorstellungswelt unvereinbar gegenübergestanden und antinomisch ausgeschlossen haben.

Es ist nun methodologisch aufschlussreich, wie Newton sich an den Stellen verhält, wo die Natur selbst die Möglichkeit der Achromatisierung geradezu anbietet. Bei der Untersuchung von *Kombinationen unterschiedlich dichter optischer Medien* wählt er – von der Richtigkeit seiner Theorie überzeugt – aus einer Fülle von Variationsmöglichkeiten lediglich jene Versuchsanordnungen und Versuchsergebnisse aus, welche den Kausalzusammenhang zwischen BRECHUNG und FARBERSCHEINUNG bezw. UNGEBROCHENEM LICHTWEG und FARBLOSIGKEIT zu "beweisen" in der Lage waren (Opticks, Teil 2, Prop.III, Versuch 8). Die am Wege liegenden Möglichkeiten, bei denen BRECHUNG mit FARBLOSIGKEIT (oder minimaler Randfärbung) einhergehen, blieben unbeachtet, gemäss Newtons methodischem Grundsatz:" ... nicht die Zahl der Experimente, sondern ihr Gewicht muss man ansehen, und wenn man mit einem ausreicht, was sollen uns mehrere".

E 10

E 11

Damit hatte Newton zweifellos folgerichtig im Sinne der neu zu inaugurierenden Lehre gehandelt, gleichzeitig jedoch seiner Theorie zuliebe die physikalische Wirklichkeit mit der faktischen Möglich-

keit farbfreier Brechung umgangen und die greifbar nahe Lösung seines URSPRÜNGLICHEN ZENTRALPROBLEMS preisgegeben.

"By this way of arguing" – erläutert er bei der Zusammenfassung seiner Versuche über Glas-Wasser-Kombinationen – "I invented almost all the Phenomena described in these Books . . . "

"Durch diese Art der Schlussfolgerung fand ich fast alle in diesem Werke beschriebenen Erscheinungen . . . und nach den Erfolgen, die ich bei den Versuchen erzielte, darf ich versprechen, dass demjenigen, der richtig rechnet und dann alles mit guten Gläsern und der gehörigen Umsicht prüft, der erwartete Erfolg nicht ausbleiben wird."

E 12 Wie problematisch es ist, wissenschaftliche Erkenntnis mit wissenschaftlicher Autorität gleichzusetzen und den Fortschritt der Wissenschaft auf diesem Fundament zu begründen, lehrt die Geschichte der Optik nach Newton mit CHESTER MOORE HALL, EULER, KLINGENSTIERNA und DOLLOND. Der Erkenntnisgewinn aus dem Achromasie-Irrtum Newtons besteht darin, dass die Aufmerksamkeit auf den möglichen Gegensatz zwischen Theorie und Wirklichkeit bezw. zwischen wissenschaftlicher Autorität und wissenschaftlicher Erkenntnis gelenkt worden ist. Welches Gewicht "haben" Experimente und welches Gewicht "erteilt" ihnen der Theoretiker? Die Fragwürdigkeit theoriebedingter Erstellung von Versuchsanordnungen und theoriegemässer Auswahl von Versuchsergebnissen zu Beweiszwecken wird hier in aller Deutlichkeit offenbar. A.St.EDDINGTON bringt dazu einen sprechenden Bildvergleich (The Philosophy of Physical Science, Cambridge 1939):

"Wie erinnerlich, dehnte oder hackte Prokrustes seine Gäste zurecht, damit sie in das Bett passten, das er gebaut hatte. Aber vielleicht ist das Ende der Geschichte noch nicht bekannt. Er mass sie, ehe sie am folgenden Morgen weggingen, und schrieb eine gelehrte Abhandlung für die Anthropologische Gesellschaft in Attika 'Über die gleichbleibende Länge der Reisenden .

"Es erhebt sich die Frage, ob der Experimentator tatsächlich für eine so wirksame Kontrolle der Einbildungskraft des Theoretikers sorgt, wie das für gewöhnlich angenommen wird. Gewiss ist er ein unbestechlicher Wächter, der nicht erlauben wird, dass irgendetwas durchgeht, was beobachtungsmässig nicht wahr ist. Es gibt aber zwei Wege um das zu tun, wie Prokrustes erkannte. Einer besteht darin, dass man die Unrichtigkeit einer Aussage aufdeckt. Der andere führt dazu, dass man die Dinge ein wenig ändert, so dass sie die Aussage wahrmachen."

Wie klar sich der Naturforscher J.W.GOETHE des Gegensatzes zwischen "Prokrusteischer Experimentaltechnik" und einer voraussetzungslosen Forschungsmethode von mathematischer Exaktheit und Durchschaubarkeit bewusst war, geht aus folgenden Zeilen hervor, die der Abhandlung "Der Versuch als Vermittler von Objekt und Subjekt" 1792, entnommen sind:

"Ich habe in den zwei ersten Stücken meiner optischen Beiträge eine solche Reihe von Versuchen aufzustellen gesucht, die zunächst an einander grenzen und sich unmittelbar berühren, ja, wenn man sie alle genau kennt und überblickt, gleichsam nur *einen* Versuch ausmachen, nur *eine* Erfahrung unter den mannigfaltigsten Ansichten darstellen.

Eine solche Erfahrung, die aus mehreren anderen besteht, ist offenbar von einer *höheren* Art. Sie stellt die Formel vor, unter welcher unzählige einzelne Rechenexempel ausgedrückt werden. Auf solche Erfahrungen der höheren Art hinzuarbeiten

halt' ich für die Pflicht des Naturforschers, und dahin weist uns das Exempel der vorzüglichsten Männer, die in diesem Fache gearbeitet haben und diese Bedachtsamkeit, nur das Nächste ans Nächste zu reihen oder vielmehr das Nächste aus dem Nächsten zu folgern, haben wir von den Mathematikern zu lernen, und selbst da, wo wir uns keiner Rechnung bedienen, müssen wir immer so zu Werke gehen, als wenn wir dem strengsten Geometer Rechenschaft zu geben schuldig wären. Denn eigentlich ist es die mathematische Methode, welche wegen ihrer Bedächtlichkeit und Reinheit gleich jeden Sprung in der Assertion offenbart, und ihre Beweise sind eigentlich nur umständliche Ausführungen, dass dasjenige, was in Verbindung vorgebracht wird, schon in seinen einfachen Teilen und in seiner ganzen Folge da gewesen, in seinem ganzen Umfange übersehen und unter allen Bedingungen richtig und unumstösslich gefunden worden. Und so sind ihre Demonstrationen immer mehr Darlegungen, Rekapitulationen, als Argumente. Da ich diesen Unterschied hier mache, so sei es mir erlaubt, einen Rückblick zu tun.

E 13 Man sieht den grossen Unterschied zwischen einer mathematischen Demonstration, welche die ersten Elemente durch so viele Verbindungen durchführt, und zwischen dem Beweise, den ein kluger Redner aus Argumenten führen könnte. Argumente können ganz isolierte Verhältnisse enthalten und dennoch durch Witz und Einbildungskraft auf *einen* Punkt zusammengeführt und der Schein des Rechts oder Unrechts, eines Wahren oder Falschen überraschend genug hervorgebracht werden. Eben so kann man zu Gunsten einer Hypothese oder Theorie die einzelnen Versuche gleich Argumenten zusammenstellen und einen Beweis führen, der mehr oder weniger blendet."

An anderer Stelle der gleichen Abhandlung lesen wir:

"Eine jede Erfahrung, die wir machen, ein jeder Versuch, durch den wir sie wiederholen, ist eigentlich ein isolierter Teil unserer Erkenntnis; durch öftere Wiederholungen bringen wir diese isolierte Kenntnis zur Gewissheit. Es können uns zwei Erfahrungen in demselben Fache bekannt werden, sie können nahe verwandt sein aber noch näher verwandt scheinen, und gewöhnlich sind wir geneigt, sie für näher verwandt zu halten als sie sind. Es ist dieses der Natur des Menschen gemäss, die Geschichte des menschlichen Verstandes zeigt uns tausend Beispiele, und ich habe an mir selbst bemerkt, dass ich diesen Fehler fast täglich begehe.

Es ist dieser Fehler mit einem andern nahe verwandt, aus dem er auch meistenteils entspringt. Der Mensch erfreut sich nämlich mehr an der Vorstellung als an der Sache, oder wir müssen vielmehr sagen: der Mensch erfreut sich nur einer Sache, in so fern er sich dieselbe vorstellt, sie muss in seine Sinnesart passen, und er mag seine Vorstellungsart noch so hoch über die gemeine erheben, noch so sehr reinigen, so bleibt sie doch gewöhnlich nur eine Vorstellungsart: das heisst ein Versuch, viele Gegenstände in ein gewisses fassliches Verhältnis zu bringen, das sie, streng genommen, unter einander nicht haben; daher die Neigung zu Hypothesen, zu Theorien, Terminologien und Systemen, die wir nicht missbilligen können, weil sie aus der Organisation unsers Wesens notwendig entspringen müssen.

Wenn von einer Seite eine jede Erfahrung, ein jeder Versuch ihrer Natur nach als isoliert anzusehen sind, und von der andern Seite die Kraft des menschlichen Geistes alles, was ausser ihr ist und was ihr bekannt wird, mit einer ungeheuren Ge-

walt zu verbinden strebt, so sieht man die Gefahr leicht ein, welche man läuft, wenn man mit einer /vor-/gefassten Idee eine einzelne Erfahrung verbinden oder irgend ein Verhältnis, das nicht ganz sinnlich ist, das aber die bildende Kraft des Geistes schon ausgesprochen hat, durch einzelne Versuche beweisen will.

Es entstehen durch eine solche Bemühung meistenteils Theorien und Systeme, die dem Scharfsinn des Verfassers Ehre machen, die aber, wenn sie mehr als billig ist Beifall finden, wenn sie sich länger als recht ist erhalten, dem Fortschritte des menschlichen Geistes, den sie im gewissen Sinne befördern, sogleich wieder hemmen und schädlich werden.

Man wird bemerken können, dass ein guter Kopf nur destomehr Kunst anwendet, je weniger Data vor ihm liegen, dass er, gleichsam seine Herrschaft zu zeigen, selbst aus den vorliegenden Datis nur wenige Günstlinge herauswählt, die ihm schmeicheln, dass er die übrigen so zu ordnen weiss, dass sie ihm nicht geradezu widersprechen, und dass er die feindseligen zuletzt so zu verwickeln, zu umspinnen und beiseite zu bringen weiss, dass wirklich nunmehr das Ganze nicht mehr einer freiwirkenden Republik, sondern einem despotischen Hofe ähnlich wird."

Bereits 1792 wirft GOETHE fundamentale Probleme der Wissenschaftsmethodik und Experimentalpraxis auf, die erst die Physik des 20. Jahrhunderts mit ihren kybernetisch-erkenntniswissenschaftlichen Problemstellungen voll zu würdigen weiss.

Eine ausgezeichnete Analyse des angedeuteten wissenschaftsmethodischen Sachverhaltes bringt Dr. Heinrich Schwentek in seinem Buch *Mensch und Automat,* Stuttgart 1965 – Kap. 6 – S. 45/ Die Denkweise des modernen Physikers /.

Im Licht enthaltene Brechungsfarben – physikalische Wirklichkeit oder physikalische Modellbildvorstellung?

Bei der Konzeption der Newtonschen Optik waren drei Hauptanliegen massgeblich und richtungweisend:

1. das Erbringen eines mathematisch exakten, hypothesenfreien Experimentalnachweises dafür, dass im farbneutralen Sonnenlicht physikalisch reale, unterschiedlich brechbare, monochromatische Farblichtstrahlen additiv gemischt enthalten sind, und dass das Sonnenlicht bei Brechungsvorgängen immer eine Zerlegung in die gekennzeichneten einfarbigen Lichtbestandteile erfährt,

2. die Aufstellung der sich aus dieser Anschauung ergebenden neuen (Farb-) Licht-Theorie und

3. die Erstellung des theoretischen Nachweises, dass brechende optische Prismen- und Linsen-Systeme nicht achromatisiert oder farbkorrigiert werden könnten, da die Farbstörung lichtstrukturbedingt sei *und nach jeder Brechung in Erscheinung* treten müsse.

Letzteres ist – wenngleich nicht lichtstrukturbedingt – bei farbneutral-weissem Sonnenlicht tatsächlich immer der Fall; jedoch mit der Einschränkung, dass verschiedene Substanzen *unterschiedliche,* vom Lichteinfallswinkel und von der Brechungssubstanz-Dichte abhängige, *LICHTABLENKUNGSWINKEL* entstehen lassen und *unterschiedliche FARBFÄCHERUNGSWINKEL* bedingen, deren Grösse wiederum vom Lichteinfallswinkel und dem Brechungssubstanz-Chemismus abhängt.

Theoretisch wie experimentalpraktisch ist es daher möglich, dass sich die, auf gleichen Nenner gebrachten, Farbfächerungswinkel zweier Substanzen gegenseitig aufheben, wobei eine Ablenkungs-Differenz bestehen bleibt (farbkorrigierte Brechung), oder dass sich die Ablenkungswinkel zweier Brechungssubstanzen gegenseitig so neutralisieren, dass eine Restfarbfächerung resultiert (Geradesicht-Prisma).

Das Hauptergebnis der Newtonschen optischen Bemühungen war eine neue Theorie, derzufolge die nach jeder Brechung auftretenden Farblichtstrahlen als unterschiedlich stark gebrochene, monochromatische Farbbestandteile der weissen Sonnenlichtstrahlen zu werten waren, die bereits vor ihrem Gebrochenwerden, additiv gemischt im farbneutralen bezw. weiss-verursachenden Licht der Sonne physikalisch-real enthalten waren, und in welche das ursprünglich farbneutral erscheinende Sonnenlicht zerlegt wird. Wegen der Farbstruktur weisserscheinender Mischlichtstrahlen sei eine Farbentstörung brechender dioptrischer Vergrösserungs-Systeme nicht nur praktisch, sondern auch theoretisch ausgeschlossen. Eine technische Entwickelungsmöglichkeit und Zukunftsbedeutung könne nur optischen Systemen zugestanden werden, welche die Vergrösserungswirkung auf der Grundlage farbrandfreier Spiegelung erzielen (Spiegel-Teleskope).

J.W. GOETHE, der sich vier Jahrzehnte hindurch immer wieder der Klärung optischer Fragestellungen gewidmet hatte, und der insbesondere den prismatischen Erscheinungen intensives Interesse entgegenbrachte, war auf Grund eigener Experimentaluntersuchungen zu dem Ergebnis gekommen, dass Newtons Vorstellungs- und Erklärungs-System von vielen Experimentaltatsachen nicht bestätigt wird und dass die zugrundeliegende Mo-

dellbildvorstellung der physikalischen Wirklichkeit nicht gerecht werde.

Die spektrale Randfärbung des Sonnenlichtstromes stelle vielmehr das Ergebnis einer farbgenetischen LICHT-FINSTERNIS-WECHSELWIRKUNG dar, welche durch die Stofflichkeit der brechenden Substanz in die Wege geleitet und durch teildurchsichtige oder undurchsichtige Lichtbeschränkungsvorrichtungen ausgelöst wird. Hierbei sind bestimmte *Experimentalfaktoren qualitativer Art* für die *farblichqualitative Seite der Spektralerscheinung* und bestimmte *quantitative Gegebenheiten* für die *dimensionale Seite der Farberscheinung* massgeblich.

Nach Goethes Experimentaluntersuchungen sind es im wesentlichen folgende Versuchskomponenten, die das Spektralphänomen in seiner qualitativ-quantitativen Gesamtheit hervorbringen oder entscheidend modifizieren:

1. die EIGENART DER LICHTQUELLE, welche die BESCHAFFENHEIT DES LICHTSTROMES mit ihren qualitativen und quantitativen Auswirkungen bedingt,
2. die FARB-EIGENART der thermisch oder auf anderem Wege zum *Glühen angeregten* Lichtquellen-SUBSTANZ (gelbglühendes Natrium, blaurotglühendes Kalium, grünglühendes Thallium, weisslichglühendes Calcium, weissglühende Sonnen-(Universal-)Substanz),
3. die FORM und OPAZITÄT der LICHTBESCHRÄNKUNGSVORRICHTUNG, die eine farbneutrale Lichtintensitäts-Minderung verursacht oder eine Lichtlosigkeitszone entstehen lässt, in welcher Licht und Finsternis in Wechselwirkung treten können – und
4. die FARBEIGENART und die *PHYSIKALISCH-CHEMISCHE* EIGENART der BRECHENDEN SUBSTANZ, wobei die DICHTE der brechenden Substanz die Grösse der LICHTRICHTUNGSÄNDERUNG und der CHEMISMUS der brechenden Substanz die Grösse der (vorerst latenten, unwahrnehmbaren) FARBFÄCHERUNG bedingt, welche *innerhalb des gesamten gebrochenen Lichtstrombereiches potentiell veranlagt* wird.

   Die bei gebrochenem aber unbegrenztem, bezw. nicht-helligkeitsgemindertem Lichtstrom noch unwahrnehmbare, potentiell jedoch veranlagte FARBFÄCHERUNG tritt nach erfolgter BESCHRÄNKUNG DER LICHTSTRÖMUNG an allen Helligkeits-Niveau-Unterschieden bezw. Hell/Dunkel-Grenzen des stofflich abgelenkten und abge"dämpften" Lichtstromes als BRECHUNGSRANDFARBEN-FÄCHER von bestimmter Winkelgrösse sinnlich-wahrnehmbar in Erscheinung.

Die Ur-RANDFARBEN-QUALITÄTEN ROT/GELB und BLAU/VIOLETT, welche bei idealfarbneutralem (Sonnen-)Lichtstrom auf einer farbneutrallichtremittierenden Projektionsoberfläche dem farbnormalsichtigen Auge erscheinen, werden durch die Farbeigenart der glühenden Lichtquellen-SUBSTANZ (Wasserstoff-Licht, Kohlenstoff-Licht, Lithium-Licht, Quecksilber-Licht usw.) farblich modifiziert, so dass die Licht(Quellen-)Farbeigenart die Farbverteilung und Farb-Feinstruktur des spektralen Randfarbenfächers massgeblich mitbestimmt, wobei zu berücksichtigen ist, dass auch die Farbeigenart aller vom Lichtstrom durchquerten optischen Medien das spektrale Endergebnis qualitativ und quantitativ zu beeinflussen vermag.

Wenn man sich vergegenwärtigt, dass sowohl der Newtonschen wie der Goetheschen Experimentaluntersuchung *qualitativ und quantitativ die gleichen Phänomene zugrundeliegen* – von Beobachtungsfehlern dürfen wir hierbei absehen – und dass die Erklärungs-Divergenz allein durch die unterschiedliche Erkenntnis-Methode und Denkhaltung bedingt wird, darf gefolgert werden, dass beide Erklärungs-Systeme einer rechnerischen Behandlung und mathematischen Formulierung des zugrundeliegenden, quantitativ fassbaren Phänomen-Zusammenhanges zugänglich und daher physikalisch möglich sind. Damit entsteht jedoch zwangsläufig die Frage, welche der beiden Anschauungs- und Erklärungs-Weisen "richtig", "naturgemäss", "objekt-gerecht" und der "physikalischen Wirklichkeit entsprechend" ist. Welche Erklärungsweise würde sozusagen die Natur selbst billigen, wenn sie zu urteilen und zu sprechen vermöchte? Denkökonomische Überlegungen würden dabei zweifellos keine Rolle spielen.

E 15

E 16

Im Wesentlichen lässt sich der vorliegende Fragenkomplex auf folgende Grundfragen zurückführen: Sind die Farben des Sonnenspektrums das Ergebnis einer prismatisch vermittelten LICHT/FINSTERNIS-WECHSELWIRKUNG oder das ERGEBNIS EINER LICHTZERLEGUNG IN FARB-BESTANDTEILE? Kann der Beobachtungs-, Erfahrungs- und Erlebnis-Gegebenheit, die mittels des Wortes FINSTERNIS angedeutet wird, die Bedeutung einer *physikalischen Realität und Objektivität* zuerkannt werden (etwa in dem Sinne, wie sie manchen Grenzobjekten der heutigen *Kern-Physik*, z.B. den ladungs- und masse-losen Anti-Elementarteilchen zugebilligt wird) . . . oder scheint die Kennzeichnung der Finsternis als *physikalischer Anti-Realität resp. anti-physikalischer Realität* zutreffender? *Dann wäre das Spektralfarb-Phänomen im Goetheschen Sinne das Wechselwirkungsergebnis zwischen physikalisch realem Licht und physikalisch anti-realer Finsternis bzw. zwischen physikalisch realem Licht und anti-physikalisch realer Finsternis. In beiden Fällen wäre die Finsternis ein physikalisch zu berücksichtigender Faktor, der dem Forschungsbereich der Optik den gleichen polaren Aufbau geben würde, wie ihn die Physik im elektromagnetischen Bereich von vornherein als konstitutiv anerkannte und wie er sich im kernphysikalischen Bereich immer mehr als konstitutiv zu erweisen beginnt.*

Sind die Spektralfarben im Sonnenlicht "enthalten"?

E 17

"Nehmen wir an, ein Künstler brächte die phantastische Theorie zur Geltung, dass die Form eines menschlichen Kopfes in einem rohgeformten Marmorblock enthalten sei. Alle unsere vernünftigen Regungen erheben sich gegen solch eine anthropomorphe Spekulation. Es ist unvorstellbar, dass die Natur eine solche Form innerhalb des Marmorblockes veranlagt haben sollte. Der Künstler geht aber dazu über, seine Theorie durch ein Experiment zu beweisen und zwar mit Hilfe eines ganz rudimentären Gerätes. Er bedient sich lediglich eines Meissels, um die Form für unsere Besichtigung freizulegen, und beweist triumphierend seine Theorie". "Unterscheidet sich das Verfahren des Bildhauers wesentlich von dem des Physikers?

. . . in jedem physikalischen Laboratorium sehen wir sinnreich erdachte Werkzeuge, um diese Bildhauerarbeit auszuführen, entsprechend den Plänen eines Theoretikers der Physik".

In diesem Bildvergleich EDDINGTONs wird die Problematik Prokrusteischer Beweisführung an Hand von Experimentalbeweisen erneut aufgewor-

fen. Gleichzeitig wird aber auch ersichtlich, dass der Begriff des ENTHALTEN-SEINS offensichtlich mehrdeutig angewendet werden kann, so dass eine erkenntniswissenschaftliche Klärung und Sinnbestimmung wünschenswert erscheint.

So wenig es einer Erläuterung bedarf, dass das MATERIAL der Skulptur (der Marmor) vorher im grösseren Marmorblock enthalten war, so wirklichkeitsfremd wäre andererseits – trotz der "künstlerischen Beweisführung" – die Vorstellung, dass die FORM der Skulptur bereits im rohen Marmorblock "vorgebildet" und derart in ihm "enthalten" gewesen sein könnte. Die FORM ist im Bildhauer-MATERIAL nicht faktisch, sondern lediglich potentiell, der Möglichkeit nach, "vor-handen" und kann auch nur nach Massgabe der geistig-seelischen und handwerklichen Fähigkeiten des Künstlers als Neu-Bildung entstehen und räumlich in Erscheinung treten. Das Nichtunterscheiden von Skulptur-FORM und Skulptur-MATERIAL, bezw. von Form-FREILEGUNG und Form-NEUEINPRÄGUNG, ermöglicht einen Scheinbeweis Prokrusteischer Art, der die "physikalische Wirklichkeit" theoriegerecht interpretiert bezw. theoriebedingt verfälscht.

E 18

Bevor wir nun zur Frage des "Enthalten-seins" von Farben *(Skulpturen)* im Sonnenlicht *(Marmor)* Sir EDDINGTON zu Worte kommen lassen, möge noch folgender Hinweis die aufgeworfene Problematik verdeutlichen:

"Man sollte sich ... immer die von R.W. POHL stammende Bemerkung vergegenwärtigen, dass zwar eine Tropfflasche ihre Medizin nur in Elementarmengen abgeben kann, dass daraus aber nicht mit Sicherheit auf die Existenz selbständiger Tropfen im Innern der Flasche geschlossen werden darf. Oder anders: wenn man einen Baumstamm zu

Sägemehl verarbeiten kann, bedeutet das noch lange nicht, dass der Baumstamm aus Sägemehl zusammengesetzt ist /d.h. Sägemehl "enthält"/. So wird aber heute in der Physik vielfach geschlossen."

E 19

"Vor ungefähr 270 Jahren wurde an unserem Trinity College ein historisch gewordenes Experiment durchgeführt, von dem man meinte, dass es die zusammengesetzte Natur des weissen Lichtes beweise. Im massgeblichen Lehrbuch aus meiner Studienzeit lautet der Bericht über die Entdeckung wie folgt:

> Es wurde noch immer angenommen, dass jede Strahlenbrechung des Lichtes tatsächlich Farbe erzeugt und nicht bloss die Farben trennt, die im gewöhnlichen weissen Licht schon existieren. Im Jahre 1666 aber machte Newton die wichtige Entdeckung von der tatsächlichen Existenz von Farben aller Art im Sonnenlicht, von dem er zeigte, dass es nichts anderes ist als eine Verbindung der verschiedenen Farben, die in gewissen Verhältnissen zueinander gemischt sind und gestatten, durch irgendwelche Strahlenbrechung getrennt zu werden.

Es scheint eine einfache Sache zu sein, zu beweisen, dass das weisse Licht der Sonne wirklich eine Mischung aus Licht von verschiedenen Farben ist. Nehmen wir aber einmal an, dass wir das nicht einem gelehrigen und gefügigen Studenten zu beweisen haben, sondern einem Spiritisten, der alles, was wir tun, mit demselben Argwohn sorgsam beobachtet, den wir pflichtschuldig walten liessen, wenn wir seine Behauptungen zu prüfen hätten. Wir beginnen damit, dass wir ein Spektroskop zur Hand nehmen. Ein Prismen-Spektroskop würde noch inniger an Newton erinnern, aber wir haben zufällig ein Spektroskop mit Reflexionsgitter erwischt und es lohnt nicht die Mühe es umzutauschen. Wir lassen einen Sonnenstrahl auf das eine Ende des Instrumentes fallen und laden den Spiritisten ein, sein Auge an das andere Ende zu bringen. Er ist erstaunt, ein glänzendes grünes Licht zu sehen, und wir sagen ihm, dass es das Spektroskop von den anderen Farben, die sich im weissen Sonnenlicht befinden, abgesondert habe. Da er den Verdacht hat, dass ein Betrug vorliegt, untersucht er jeden Teil des Instrumentes. Er stürzt sich auf ein Zubehörstück, in das tausende von feinen parallelen Linien eingeritzt sind. Triumphierend erkennt er, wie es arbeitet. Das Licht fällt schief ein, so dass die parallelen Linien es reflektieren, und zwar nicht gleichzeitig, sondern eine nach der andern. Eine einzelne, einfallende Schwingung wird so durch Brechung in Tausende von Schwingungen vervielfältigt, die in regelmässigen Zwischenräumen einander folgen. Offensichtlich ist das so angeordnet worden, um die besondere Periodizität hervorzubringen, welche unser Auge als grüne Farbe erkennt. Die Behauptung, dass die grüne Farbe, bezw. die grüne Periodizität, schon im Sonnenlicht existierte, war falsch. Wir hatten in dem Instrument eine Vorrichtung verborgen, von der wir hofften, dass sie nicht entdeckt würde, und die zur Erzeugung der grünen Periodizität diente. Der Spiritist geht mit der Überzeugung weg, einen plumpen Schwindel entlarvt zu haben.

Dadurch, dass wir ein Reflexionsgitter statt eines Prismas, das geheimnisvoller wirkt, benutzt haben, verrieten wir das Geheimnis. Wie in dem obigen Zitat erwähnt wurde, war es vor Newton die vorherrschende Ansicht, dass das Prisma tatsächlich die Farbe hervorbringt, so dass der wesentliche Teil von Newtons Beweisführung in einer Reihe von Experimenten bestand, von denen man glaubte, sie bewiesen, dass das Prisma die Farben nicht hervorbringt, sondern sie von den anderen trennt. Diese wollten wir dem Spiritisten zeigen. Aber es nutzt nichts, sie jetzt zu zeigen. Diese weiteren Experimente gelingen sowohl mit dem Reflexionsgitter als auch mit einem Prisma. Und was immer sie für das Prisma beweisen mögen, beweisen sie auch für das Reflexionsgitter. Es ist zwecklos, sich auf sie zu berufen, als ob sie einen Schluss rechtfertigten, von dem wir im Falle des Reflexionsgitters gesehen haben, dass er nicht richtig ist.

Ich halte es für nicht unwahrscheinlich, dass sogar ein Fachmann heutzutage noch in diese Falle gehen könnte, so gross ist der Zauber eines historischen Experimentes. Er weiss es freilich in Wirklichkeit besser, aber man erinnert sich nicht immer an sein Wissen, wenn man es braucht."

E 20

Durch diese wissenschaftskritischen Hinweise EDDINGTONs wird das Kernstück der Newtonschen OPTIK, die Vorstellung von im Licht enthaltenen Brechungsfarben, aus der Sicht der heutigen Physik entscheidend relativiert.

Zu Beginn des neunzehnten Jahrhunderts war schon einmal J.W. GOETHE im Polemischen Teil seiner Farbenlehre gegen das methodologische und experimentelle Vorgehen Newtons in der Optik und gegen die weltanschaulichen Auswirkungen der Lichtzerlegungslehre zu einer geistigen Auseinandersetzung angetreten ..... damals, ohne den behäbigen Strom selbstsicheren Glaubens an Althergebrachtes durch Erregung eines Zweifels auch nur andeutungsweise zu kräuseln.

Bei EDDINGTON sind es wellentheoretische Gesichtspunkte und methodologische Erwägungen aus der atomphysikalischen Versuchspraxis des 20. Jahrhunderts, die zu einer Grundlagenüberprüfung aufrufen und eine Umwertung überlieferter physikalischer Vorstellungen fordern.

Und wiederum ist es Cambridge, wo etwa 270 Jahre nach Isaac Newtons Veröffentlichung durch einen nahmhaften Mathematiker und Physiker die Brechungsfarbenvorstellung dem Index wissenschaftlicher Glaubensunzulänglichkeiten einverleibt wird.

Ist nun die Lichtlehre Newtons erst durch die heute möglichen naturphilosophischen Erfahrungen eines jahrhundertelangen physikalischen, methodologischen und erkenntniswissenschaftlichen Forschungsweges richtiggestellt worden, während sie – abgesehen vom Achromasie-Irrtum – für ihre Zeitepoche folgerichtig und widerspruchsfrei war, und mit den damals bekannten Erfahrungstatsachen in Übereinstimmung stand? Oder gibt es Einwände gegen die Brechungsfarbenvorstellung, die schon zu Newtons Zeit und aus Newtons Sicht als wissenschaftlich berechtigte Gegenargumente zu werten gewesen wären?

Sind Newton auch bei der Konzeption seiner Brechungsfarben-Theorie eindeutig Beobachtungs- und Denkfehler unterlaufen, wie GOETHE meint?

Bei dem um eine Farbverbesserung von Fernrohrlinsen bemühten zweiundzwanzigjährigen Newton mochte angesichts der Farbenfülle des prismatischen Sonnenspektrums eine Anzahl gewichtig drängender Fragen nicht mehr zum Schweigen gekommen sein:

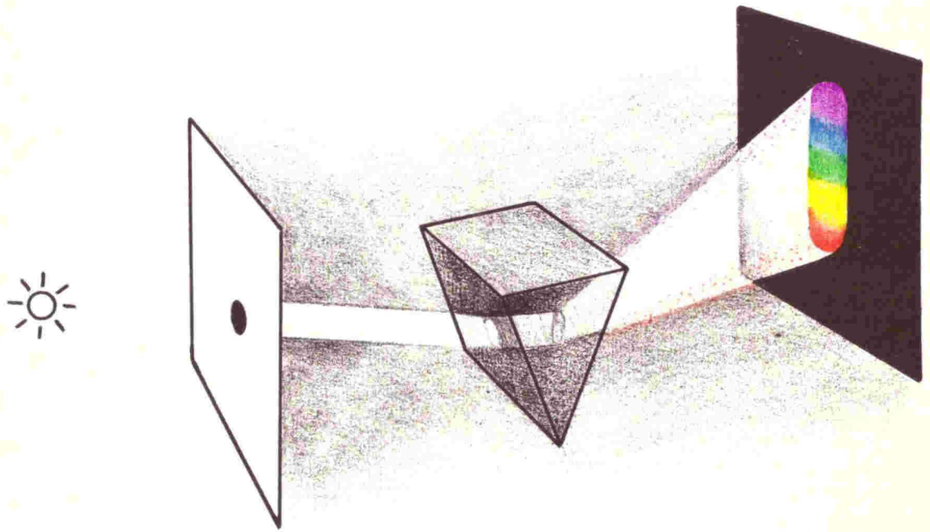


Abb. 12

E 21

Wie ist es möglich, dass – von einer Lochblende durchgelassenes – farblos-klares Sonnenlicht beim Durchgang durch ein gleichfalls farbloses Stück keilförmigen Glases überraschend die regenbogenhafte Farbigkeit des Sonnenspektrums entfaltet?

Wodurch wird die im Gegensatz zur Lichteintrittsöffnung länglich auseinandergezogene Form des Farbspektrums bewirkt? Hätte nach den überlieferten Brechungsgesetzen die Kreisform der Lichtbegrenzungsvorrichtung nicht auch nach prismatischer Brechung erhalten bleiben und abgebildet werden müssen?

Wird die spektralfarbige Brechungserscheinung durch "äussere" Umstände mitbedingt – wie man bisher annahm – oder sind die veranlassenden Faktoren allein in der "inneren", strukturellen Beschaffenheit des Sonnenlichtes zu suchen?

Sollten die wundervollen Prismenfarben etwa nur unvermeidliche Folgeerscheinungen der gestörten Lichtstruktur sein, die bei jeder Brechung zwangsläufig ihre verborgene Farbzusammensetzung preisgibt? Aus dieser Sicht wäre "Licht-Brechung" oder "Licht-Beugung" als ein das Lichtgefüge dekomponierender Störungsvorgang anzusehen gewesen! Hätte dann aber die angestrebte Farbverbesserung von brechenden optischen Systemen, wie "Refraktor"-Linsen, nicht als grundsätzlich unlösbares Problem angesehen werden müssen?

Der Brief vom Jahre 1671, der 5 Jahre nach den ersten Prismenversuchen Newtons der Royal Society vorlag, lässt erkennen, dass sich der junge Wissenschaftler sehr bald gegen den Einfluss "äusserer" Bedingungen bei Entstehung der Spektralfarbreihe und für die neue Lichttheorie entschieden haben musste, obwohl damit – wie bereits erwähnt – für die optische Praxis des Fernrohrbaues die vernichtende Folgerung verbunden war:

"The perfection of /refracting/ telescopes is impeded by the different refrangibility of the rays of light" (Prop. VII–Theor. VI der OPTIK). Die Vervollkommnung der Linsenfernrohre wird durch die unterschiedliche Brechbarkeit der /im weissen Licht enthaltenen Farb-/ Lichtstrahlen verhindert.

ACHROMASIE-IRRTUM und BRECHUNGSFARBEN-VORSTELLUNG stehen hier in unlösbarer gedanklicher Wechselbeziehung und sind mit unerhörtem Scharfsinn theoretisch verknüpft. Die einzige erfolgversprechende Möglichkeit, den gesamten fraglichen Vorstellungskomplex einer wissenschaftlich und praktisch befriedigenden Lösung zuzuführen, hätte in der exakten experimentellen Untersuchung und in der unvoreingenommenen, wirklichkeitsgemässen Beurteilung *aller* in betracht kommenden, wesentlichen VERSUCHS-KOMPONENTEN bestanden, die zur spektralen Erscheinung *hinsichtlich FARBE und FORM* ursächlich beitragen. Ursächlich im Sinne des damaligen makrophysikalischen Kausalitätsbegriffes.

Wie hatte sich nun Isaac Newton in jener geistesgeschichtlichen Sternstunde der Menschheit verhalten, die für drei Jahrhunderte die Vorstellung der Physiker und Nichtphysiker über das Wesen des Lichtes in vorgeschriebene Bahnen lenken sollte?

Hören wir Newton selbst:

"Indem ich mein gegebenes Versprechen Dir gegenüber zu erfüllen gedenke, unterlasse ich alle Komplimente und sage ganz einfach, dass ich mir zu Anfang des Jahres 1666, zu welcher Zeit ich mich mit der Herstellung optischer Gläser beschäftigte, die von der sphärischen Gestalt abwichen, ein dreiseitiges Glasprisma verfertigte, um die allgemein bekannten /prismatischen/ Farberscheinungen zu untersuchen. Zu dem Zwecke ver-

dunkelte ich mein Zimmer und durchbohrte den hölzernen Fensterladen, so dass durch die kleine Öffnung genügend Sonnenlicht hereinkommen konnte, welches ich zunächst mit dem Prisma auffing, wodurch es zur entgegengesetzten Wand hin emporgebrochen wurde. Zuerst vergnügten mich die lebhaft und kräftig hervorgehenden Farben nicht wenig, nachher aber, als ich sie mit grösserer Sorgfalt und Aufmerksamkeit betrachtete, verwunderte ich mich, sie in eine längliche Form auseinandergezogen zu sehen, *da ich angenommen hatte, sie würden nach den angenommenen Brechungsgesetzen kreisförmig erscheinen.*

Wenn ich nun dieses gefärbten Spektrums Länge mit seiner Breite verglich, fand ich jene etwa fünfmal grösser als diese, wodurch bei mir ein grosses Bedürfnis entstand, die Entstehungsursache festzustellen. Denn ich konnte kaum glauben, dass die verschiedene Dicke der Gläser, oder die Grenze des Lichtes mit dem Schatten oder dem Dunklen, so viel auf das Licht einzuwirken vermöchten, dass sie etwas derartiges veranlassen könnten. Es schien mir jedoch der Sache gemäss, vor allem jene Umstände zu untersuchen, um einzusehen, was sich ereignen würde, wenn das Licht durch ungleich dicke Teile des Glases durchfällt, oder durch mehr oder weniger grosse Fensteröffnungen, oder durch ein Prisma, welches draussen vor dem Laden befestigt war, so dass das hindurchgehende Licht gebrochen wurde, bevor es durch die Öffnung zusammengedrängt worden war.

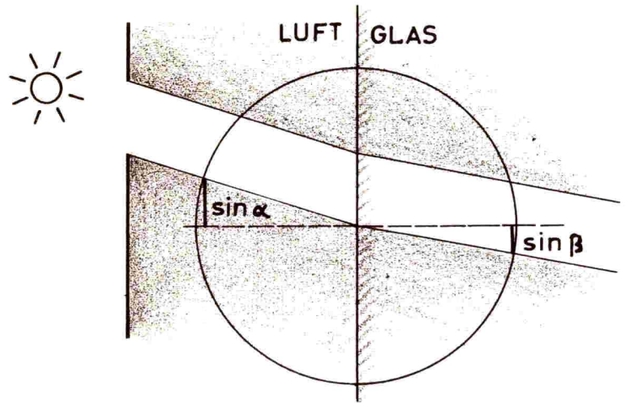
Aber alle diese Umstände habe ich von keinerlei Bedeutung gefunden, denn die Farben behielten immer dieselbe Gestalt."

(Aus einem Brief Newtons an den Sekretär der Royal Society OLDENBURG, 1671)

Wir sehen, dass Newtons Vorstellungswelt auch angesichts der qualitätenreichen und farbenfrohen Spektralerscheinung vorwiegend vom quantitativ-phoronomischen Aspekt bestimmt ist. Dabei richtet er das Hauptaugenmerk sonderbarerweise nicht auf die methodologisch und physikalisch entscheidenden Fragen:

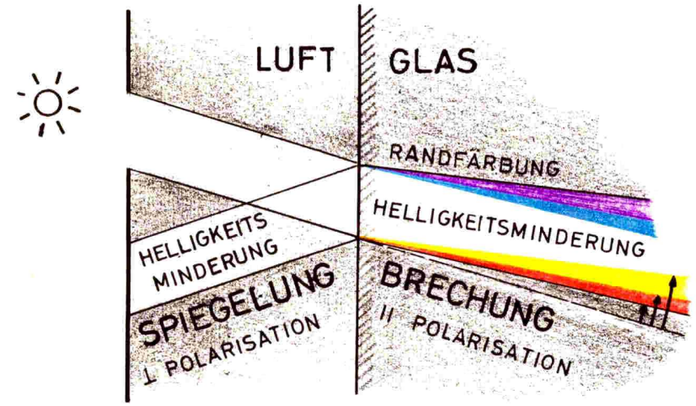
1. Welche Versuchs-Komponenten sind an der vorliegenden Versuchs-Anordnung insgesamt beteiligt?
2. Welche dieser Versuchs-Komponenten haben wesentlichen Einfluss auf das Zustandekommen der erklärungsbedürftigen Erscheinung, und zwar
   a) hinsichtlich ihrer FARBE und
   b) hinsichtlich ihrer FORM bezw. DIMENSION?
3. Wie ändert sich die Erscheinung, wenn die wesentlichen Versuchs-Komponenten (Parameter) möglichst lückenlos variiert werden, und
4. Auf welche einfachste, axiomatische Versuchs-Gegebenheit kann die vorliegende zusammengesetzte und erkenntnismässig noch nicht durchschaubare, phänomenale Gegebenheit – im Sinne eines mathematisch exakten Erklärungs- und Beweisverfahrens (vgl. S. 20 ff.) – zurückgeführt werden?

Obwohl es Newtons Anliegen gewesen sein musste, das prismatische Farbspektrum in seiner physikalischen Entstehungsgesetzmässigkeit hinsichtlich FARBE und FORM zu durchschauen, lautet seine Grundfrage: Wie kann die länglich auseinandergezogene FORM der FARB-Erscheinung (vgl. Abb. S. 28) erklärt werden, wenn das überlieferte Brechungsgesetz des WILLEBRORD SNELLIUS (1591–1626), dem RENE DESCARTES (1596–1650) die vereinfachte Form $\sin \alpha / \sin \beta = \text{const}$ gegeben hatte, eindeutig besagt, dass der durch die Lochblendenform bedingte, parallelstrahlig be-



Schematisiertes Brechungsphänomen

Abb. 13



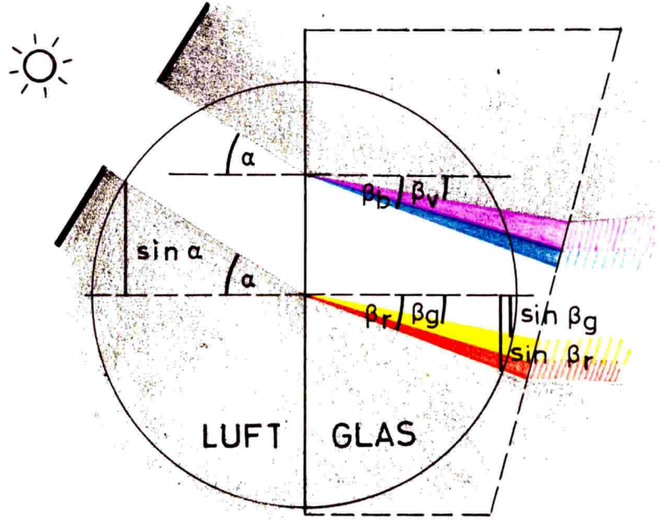
Konkretes Brechungsphänomen

Abb. 14

grenzte Sonnenlicht-Zylinder nach jeder Brechung in seiner Parallelstrahligkeit erhalten bleiben müsse?

An dieser Stelle ist folgender erläuternde Hinweis erforderlich. Weder bei der ursprünglichen Formulierung des unmittelbar beobachteten (subjektiven) Brechungsphänomens durch SNELLIUS, noch bei der vereinfachten Formulierung des mittelbar beobachteten Brechungsphänomens (im objektiven Seitenriss) durch DESCARTES war berücksichtigt worden, dass nach Lichtbrechungen der richtungsgeänderte Lichtstrom an seinen "Ufern" nichtmehr die ursprüngliche, relativ scharfe Hell-Dunkel-Begrenzung aufweist, sondern eine fächerförmige, schmale Randfärbungs-"Unschärfe" in Erscheinung treten lässt (Vgl. Abb. 7 – S. 11, und Abb. 15 – S 32.

Dieser Sachverhalt blieb bei den mathematischen Formulierungen des Brechungs-Phänomens durch Snellius und Descartes vermutlich deshalb unberücksichtigt, weil bei den damals verwendeten optischen Mitteln die Erstbrechung eine Randfarbenzone mit so geringem Fächerungswinkel hervorruft, dass das Randfärbungsphänomen mit blossem Auge kaum oder nur bei sehr schrägem Lichteinfall in das brechende Medium, bezw. erst in grosser Entfernung hinter der brechenden Fläche zu bemerken ist. Bei zweimaliger Brechung des



$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta_r} = \text{const}_r \sim 1{,}528$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta_g} = \text{const}_g \sim 1{,}404$$

(Konstanten für den Brechungsübergang Luft/Kronglas)

E 22

Randfarbenfächer überdimensioniert

Abb. 15

Lichtstromes – etwa an der Lichteintrittsebene und an der Lichtaustrittsebene eines Prismas – tritt hingegen die Randfärbung in aller Deutlichkeit in Erscheinung und eine vollkommen wirklichkeitsgemässe mathematische Wiedergabe des Brechungs-Phänomens hätte die Randfarbenerscheinung schon bei der ursprünglichen Formulierung des Brechungsgesetzes berücksichtigen müssen. Zu Newtons Zeiten hätte dann das präzisierte Brechungsgesetz etwa in folgender Form vorliegen können:

E 23

– Vgl. Abb. 15 mit Text S. 32

Für β_r hätte beim damaligen Stand der (vor-Fraunhoferschen) Experimental- und Messtechnik die relativ scharfe Grenze des sichtbaren roten Spektralbereiches, d.h. die visuelle Schwarz/Rot-Grenze, und für β_g die visuelle Gelb/Weiss-Grenze des Halbspektrums, welche bei Einschaltung geeigneter helligkeitsmindernder Farbflüssigkeiten oder Farbgläser scharf in Erscheinung tritt, zugrundegelegt werden können.

Wegen des Parallelverlaufes der schwarz/roten und der weiss/blauen Grenze kann gleichgesetzt werden $\beta_r = \beta_b$ und wegen der Parallelität der gelb/weissen und der violett/schwarzen Grenze ist auch $\beta_g = \beta_v$. Daraus folgt:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta_r} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta_b} = \text{const}_r = \text{const}_b \quad \text{und}$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta_g} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta_v} = \text{const}_g = \text{const}_v .$$

Die Bestätigung dieser etwas ungewöhnlichen Darstellung vermittelt folgende einfache Versuchsanordnung: – Abb. 16 S. 34.

Die bei unmittelbarem Prismendurchblick gesenkt erscheinende H/D-Grenze der linken Halbblende ist blau/violett randgefärbt, die zu Vergleichszwecken auf gleicher Höhe daneben angeordnete D/H-Grenze ist gleichfalls gesenkt aber komplementär rot/gelb randgefärbt, wobei DIE ROTE FARBRANDZONE IMMER NEBEN DER BLAUEN UND DIE GELBE FARBRANDZONE IMMER NEBEN DER VIOLETTEN LIEGT.

Das gleiche gilt für die Farbzonen-GRENZEN, so dass die Gleichsetzung $\beta_r = \beta_b$ und $\beta_g = \beta_v$ gerechtfertigt erscheint.

Wie bereits auf S. 11 ff. erläutert, repräsentiert – wegen der paarweise parallel verlaufenden Randfarben-Grenzen – die Farbfächer-Divergenz $\triangle_{r/g}$ bezw. $\triangle_{b/v}$ auch das Divergenz-Mass für die äusseren Spektralränder des Gesamtlichtstromes, gleichgültig ob letzterer eine weisse Mitte oder eine grüne Farbmischungs-Mitte aufweist.

Infolge des divergenten Farbuferverlaufes erscheint ein ursprünglich kreisrunder Blenden- bzw. Lichtstrom-Querschnitt nach erfolgter Brechungsrandfärbung, die nur an der Ober- und Unterseite des prismatisch emporgebrochenen Lichtzylinders auftreten kann, mehr oder weniger stark auseinandergezogen und in der Ablenkungsrichtung verlängert.

Die länglich auseinandergezogene Spektralfarberscheinung ist – geometrisch gesehen – eine Folge jenes zweiseitigen Randfärbungsgeschehens, das an der Ober- und Unterseite des gebrochenen Lichtzylinders in Erscheinung tritt.

Durch eine wirklichkeitsgemässe mathematische Formulierung des Brechungs- und Randfarben-Phänomens ist selbstverständlich noch nichts darüber entschieden, welche physikalischen Faktoren und welche Experimental-Komponenten die Randfärbung als solche bedingen. Es ist offen, ob die chromatische Veränderung der Lichtstromränder nur auf die farbwirksam in Erscheinung tretende Helio-"Dynamik" des richtungsgeänderten Licht-

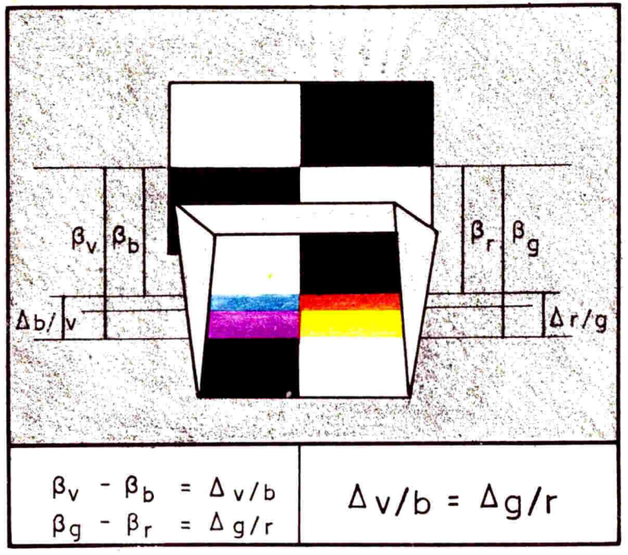


Abb. 16

stromes zurückzuführen ist, ob sie als Wechselwirkungsergebnis von (Licht-) Strömung und Stromufer-Widerstand (Finsternis) zustandekommt, oder ob sie auf einer Wechselwirkung zwischen nichtmateriellem Lichtstrom und materieller Lichtablenkungsvorrichtung beruht (d.h. auf innerprismatischen Finsterniswirkungen, welche allen Substanzverdichtungsvorgängen genetisch zugrundeliegen, und deren Ergebnis nach erfolgter Lichtrichtungsänderung und Lichtstrom-Begrenzung ersichtlich wird). Vor allem ist jedoch ungeklärt, ob und in welchem Umfang das Denken überhaupt Modellbildvorstellungen hervorbringen sollte und welche Hilfsvorstellungen zum besseren Verständnis der rätselhaften, erklärungsbedürftigen Farberscheinung beizutragen vermögen.

Von unbezweifelbarer Gewissheit ist allein die Erfahrungstatsache, dass die Randfärbung *immer nach substanzbedingt erfolgter Licht-Richtungsänderung im Hell-Dunkel-Grenzbereich des gebrochenen Lichtstromes, oder an Helligkeitsniveau-Unterschieden innerhalb des Lichtströmungsbereichs, in Erscheinung tritt, und dass das Brechungs-Phänomen samt der Randfärbung in obigem Falle auch ohne Zuhilfenahme physikalischer Modellbildvorstellungen mathematisch formulierbar war.*

Auf dieser Stufe der Einsicht hat die hypothetische Annahme von im Licht enthaltenen farberregenden Strahlungs-Komponenten (gleichgültig ob linear, wellen-förmig oder kurpuskel-artig vorgestellt) den gleichen Erkenntniswert, wie etwa die Pseudo-Imagination, dass die hinter der Sprühvorrichtung eines Gartenschlauches entstandenen WASSER-Tropfen bereits vor ihrer Erzeugung als Wasser-TROPFEN im strömenden Wasser-Kontinuum enthalten gewesen seien. Eine derartige Modellbildvorstellung ist nicht der gedanklichen Annahme, Vorhersage oder Erkenntnis gleichzusetzen, dass strömendes Wasser unter bestimmten experimentellen Voraussetzungen in kleinste tropfenförmige Quantitäten unterteilbar ist. Homogene Wassermengen sind teilbar und mit Hilfe geeigneter Sprühvorrichtungen vertropfbar, was jedoch nicht heisst, dass das Ergebnis des mechanisch ausgelösten Vertropfungs-Vorganges – nämlich *tropfenförmiges Wasser in Minimal-Quanten* – auch vor der mechanischen Zerteilung formal existiert haben und in Tropfen-FORM im Wasserstrom enthalten gewesen sein müsste.

E 24

Die vom Eddingtonschen Beweiskünstler freigelegte Marmorskulptur war – trotz des "Experimentalbeweises" – keineswegs im Marmor so vorgebildet und enthalten, wie der Künstler – es sei dahingestellt, ob auf Grund einer Selbsttäuschung, aus subjektiver Überzeugung und Gutgläubigkeit oder wider besseres Wissen – glaubhaft zu machen bemüht war. Auf keinen Fall war die Plastik im Material so "enthalten", wie ein Kerngehäuse im Apfel enthalten ist. Experimentaltechnisch und rhetorisch lässt sich sowohl das Vorstellungsbild EIN APFEL ENTHÄLT APFEL-KERNE, wie die Bildvorstellung EINE WASSERSTRÖMUNG ENTHÄLT WASSER-TROPFEN bezw. WEISSES LICHT ENTHÄLT DIVERS REFRANGIBLE FARBLICHTSTRAHLEN veranschaulichen und "beweisen". Der wesentliche Unterschied liegt jedoch darin, dass im ersten Fall eine *wirklichkeits- und objekt-gemässe* Dia-Gnose, Pro-Gnose oder Ent-Deckung vorliegt und der echte Beweis in einem Aufdecken oder Freilegen des wahren Sachverhaltes besteht, während in den beiden anderen Fällen ein subjektoides Modellbild vorstellungsmässig konstruiert und den an sich wehrlosen Natur-Objekten unterstellt wird – zum "besseren Verständnis" der (sprachlosen) Phänomene. Der Richtigkeitsnachweis wird dabei nicht der Zeugenschaft der sachlich zuständigen Phänomene überlassen, sondern durch mehr oder weniger willkürliche Interpretation der wirklichen Phänomen-Bedeutung (d.h. auf Grund eines subreptiven, prokrusteischen Beweisverfahrens) erschlichen /subreptio = i.d.Logik Beweis-Erschleichung/, oder durch Anwendung prokrusteischer Experimental-Methoden erzwungen, wobei durch manipulierte Herstellungs-Prozeduren das vorher Behauptete nachträglich wahr gemacht wird. Demgegenüber gehört das nicht zu Beweiszwecken vorgenommene Herausmeisseln neuartiger Formen aus dem naturgegebenen physikalischen Bildhauermaterial, wie es etwa in den gigantischen kernphysikalischen Anlagen bei der Erzeugung neuer Elementarteilchen vollzogen wird, nicht unmittelbar zum Methodenkreis prokrusteischen Vorgehens, sondern in das Gebiet der vom schöpferähnlich einwirkenden Menschen willentlich vorgenommenen Substanz-Umbildungen und meta-physikalischen Natur-Neubildungen, soferne dabei nicht behauptet wird, dass das Neuentstandene bereits vorher räumlich-zeitlich-stofflich im Ausgangsmaterial "enthalten" gewesen sei.

Die angedeuteten erkenntniswissenschaftlichen bzw. wissenschaftsmethodischen Kern-Probleme

waren es im Grunde auch, welche der polemischen Auseinandersetzung GOETHEs mit der NEWTONSCHEN OPTIK zugrundelagen. Goethe wollte dabei keineswegs eine ihm nicht zusagende, mehr oder weniger gelungene physikalische Modellbildvorstellung als unzweckmässig abwerten, sondern vor allem eine dem Anliegen ECHTER NATURWISSENSCHAFT zuwiderlaufende prokrusteische (Un-) Methode ad absurdum führen, der Newton – in Widerspruch zu seinem eigenen Uranliegen – erlegen war, vermutlich ohne sich selbst darüber im Klaren zu sein. Aus Goethes Sicht konnten prokrusteische Experimental- und Beweisverfahren im Bereich der Naturwissenschaft niemals eine OBJEKTGERECHTE NATUR-*ERKENNTNIS* gewährleisten, sondern lediglich zu einer subjektivistischen Natur-Bevormundung führen, die unter Vernachlässigung der Natur-Qualitäten die tatsächlichen ideellen Zusammenhänge verschleiert und der moralisch noch nicht genügend reifen Menschheit frühzeitigen Zugang zu quantitativ erschlossenen, im Grunde genommen aber undurchschauten Naturgewalten ermöglicht. Goethe ahnte, dass ein alle Naturqualitäten vernachlässigender Quantitativismus Naturkräfte entfesseln würde, die – unerkannt gehandhabt und den Machtinstinkten der Menschen ausgeliefert – letztlich die Existenz der "Zauberlehrlinge" selbst in Frage stellen mussten.

Mit Recht lehnte Goethe jedes Prokrusteische Wissenschaftsverfahren ab, weil er selbst die Überzeugung vorlebte, dass sich die Möglichkeiten des nach Natur-Wesens-Erkenntnis strebenden denktätigen Menschengeistes nicht allein darin erschöpfen müssten, messtechnisch ermittelte, quantitative Natur-Daten mathematisch zu formulieren, unter Hervorbringung subjektiver Modellbildvorstellungen, in denen den ursprünglich vernachlässigten Natur-Qualitäten ein schematisiertes come-back gestattet wird. Vor allem wollte jedoch der Naturwissenschaftler Goethe die geistigen Voraussetzungen in sich schaffen, unter denen gleichsam *die Natur selbst* – in dem auf höchster Stufe geistig potenzierten Naturbereich MENSCH – denktätig wird und Selbsterkenntnis pflegt. *Nicht über die Natur* wollte sich *Goethe Bildvorstellungen machen,* sondern in selbstloser Geistaktivität wollte er der Natur-"Geistigkeit" die Möglichkeit bieten, in ihm und mittels seines Denkens ihr Wesen auszusprechen, um derart den in ihr waltenden LOGOS zu offenbaren. Nicht in der Reduzierung des Naturgegebenen auf Messbares, Zählbares und Wägbares sah Goethe die *alleinige* Aufgabe EXAKTER NATURWISSENSCHAFT, sondern in der Vertiefung, Weitung und Stärkung der wirklichkeitsgemässen gedanklichen Produktivität und in der Emporläuterung der Denkinhalte auf die jeweilige Höhe der Phänomene. Um das Licht zu begreifen, solle das Denken nicht lineare, korpuskuläre oder oszilläre Bildvorstellungen produzieren, sondern ... selbst LICHT-HAFT WERDEN, auf dass Gleiches durch Gleiches erkannt werde. Denn um das Wesen eines Baumes und dessen Morphogenese zu begreifen, sind Sägemehl-Vorstellungen das spärlichste Rüstzeug (Vgl. S. 26).

Zweifellos natte auch EDDINGTON den gesamten Problemkreis vor Augen als er die Frage aufwarf: Sind *Brechungsfarblichtstrahlen, Schwingungen des Lichtfrequenzbereichs, Lichtquanten:* ENTDEKKUNGEN (APFEL-KERNE), MODELLBILDVORSTELLUNGEN DES THEORETISCHEN PHYSIKERS (SKULPTUREN IM HOMOGENEN MARMOR) ODER ERZEUGNISSE DES EXPRIMENTAL-PHYSIKERS (AUS DEM MARMOR GEMEISSELTE KÜNSTLICHE NEUBILDUNGEN)?

Ein anderer Aspekt dieser Problematik lässt sich so formulieren: GIBT ES EINE NATURWISSENSCHAFTLICHE FORSCHUNGS- UND ERKENNTNIS-METHODE MIT OBJEKT-GERECHTER EXPERIMENTALPRAXIS, WELCHE ZWISCHEN DEN GENANNTEN MÖGLICHKEITEN EXAKT UNTERSCHEIDET, UND DIE NICHT WISSENSCHAFTLICHKEIT MIT MESSBARKEIT GLEICHSETZT, SONDERN bereit ist, IN SELBSTLOSER ERKENNTNISAKTIVITÄT DEN LOGOS DER NATUR AUFZUDECKEN UND IDEELL SO ZU RE-PRODUZIEREN, DASS DER BAUPLAN UND DAS SCHÖPFUNGSPRINZIP DER NATUROBJEKTE ERSICHTLICH WIRD.

Der naturforschende Künstler GOETHE hatte sich letzteres zum besonderen Anliegen gemacht. Er wollte objekt-gerecht denkend und einsehend der Wahrheitfindung und Wahrheitvermittlung dienen, bei der nicht subjektive Formen aus dem verhüllten, rätselhaft strukturierten Material "NATUR" ge-meisselt, sondern objektive Natur-Inhalte durch logos-gemässes Denken objekt-gemäss reproduziert werden. Und dazu ist die dauernde Bereitschaft erforderlich, die Hypo-Thesen selbst einer geläuterten, gegenstandsgemässen Bildbewusstseins-Sprache den Thesen des Natur-Logos zu opfern.

In wissenschaftsgeschichtlicher Hinsicht war NEWTONS Vorgehen – wenn wir von den gekennzeichneten Unzulänglichkeiten absehen – für das Forschungsbereich der Optik insofern von Bedeutung als er mit dem Scharfblick des Mathematikers klar durchschaute, dass die länglich auseinandergezogene Spektralform einen brechungsgesetz-widrigen Sachverhalt darstellt, oder bescheidener ausgedrückt, dass das überlieferte Brechungsgesetz dem Brechungsphänomen wegen der aufgetretenen Randfarbenerscheinung nicht voll gerecht wird. Der theoretischen Interpretation dieser Brechungsfarberscheinung und dem Nachweis ihrer Unkorrigierbarkeit widmete Newton später leider mehr Geisteskraft als der ihm nicht möglich gewesenen Reduzierung und Beseitigung des "Störungsfaktors".

Möglicherweise wäre Newton angesichts eines exakt formulierten Brechungsgesetzes, in welchem die Randfärbung mathematisch berücksichtigt erscheint, nicht genötigt gewesen, primär die brechungsgesetzwidrig auseinandergezogene Form des Farbspektrums mit Hilfe der Modellbildvorstellung DIVERS REFRANGIBLE, IM WEISSEN LICHT ENTHALTENE FARBLICHT-KOMPONENTEN zu interpretieren, so wenig, wie er sich bemüssigt gefühlt hatte zu erläutern, warum Licht überhaupt gebrochen wird, wenn es von einem stofflichen Medium in ein zweites nichtsenkrecht übergeht. Er hätte vermutlich, von derart aufgenötigten Erklärungsnotwendigkeiten weniger gedrängt, seine Aufmerksamkeit stärker jenen Versuchsfaktoren zuwenden können, welche experimentell zur Farbentstehung beitragen, und die ja auch später die Achromatisierung des Fernrohrbildes ermöglichen halfen.

Da jedoch Newton schon vor der experimentellen Prüfung nicht glauben konnte oder wollte, dass "äussere" Experimentalbedingungen an der Form der (bei optischen Abbildungsvorgängen störenden) Farberscheinung mitverursachend beteiligt seien, sieht er in allen vorhandenen und sinnesempirisch gegebenen Versuchskomponenten unwesentliche "äussere" Gegebenheiten, denen er *eine "innere" Bedingung,* nämlich die VORSTELLUNG von im Licht enthaltenen, divers refrangiblen, bei jeder Brechung auftretenden, praktisch nicht zu beseitigenden Farblichtstrahlen entgegensetzt, welche seiner Meinung nach die eigentliche Farbstörungsursache darstellen.

Im auszugsweise zitierten Schreiben an die Royal Society zählt Newton insgesamt sechs Fragen auf, deren Beantwortung ihm geeignet und ausreichend erschienen sein musste, um zwischen den "äusseren" Bedingungen der Farbform-Verursachung und der von ihm angenommenen "inneren" Bedingung zu entscheiden:

1. Trägt die verschiedene DICKE DES GLASES zur Erscheinung bei?
2. Tragen GRÖSSERE ODER KLEINERE ÖFFNUNGEN IM FENSTERLADEN zur Gestalt der Erscheinung, insbesondere zum Verhältnis ihrer Länge zur Breite bei?
3. Tragen die GRENZEN DES HELLEN UND DUNKLEN etwas zur Erscheinung bei?
4. Sind vielleicht UNGLEICHHEITEN und FEHLER DES GLASES schuld an der Erscheinung?
5. Hat das unterschiedliche EINFALLEN DER STRAHLEN, welche von verschiedenen Teilen der Sonne herkommen, schuld an der farbigen Abweichung?
6. Pflanzen sich die Strahlen nach der Refraktion etwa in krummen Linien fort, so dass sie das seltsam verlängerte Bild hervorbringen?

Alle aufgezählten Fragen werden von Isaac Newton auf Grund seines besonderen Experimentalprüfungsverfahrens verneint, so dass bei Anwendung des logischen Grundsatzes "vom ausgeschlossenen Dritten" nurmehr die "innere" Farbentstehungsursache übrig bleiben und für Newton als einzige Möglichkeit in Betracht kommen konnte.

Vorweg als bloss "äussere" Versuchsbedingung abgewertet, von der Newton ja bereits vor der Untersuchung "nicht glauben konnte", dass sie an der entstandenen FORM DER FARBERSCHEINUNG – die FARBIGKEIT DER FARBERSCHEINUNG stand überhaupt nicht zur Diskussion – mitverursachend beteiligt sei, hatte eine der bis dahin wichtigsten Komponenten der Farbenwelt, nämlich die FINSTERNIS, das experimentelle Ausscheidungsverfahren Newtons nicht überstanden und ihre Daseinsberechtigung im Weltbild der Physik nicht nur als form-verursachender, sondern nebenher auch gleich als farb-verursachender Faktor eingebüsst.

Nur um diesen Preis hatte Newton seiner Lehre von den "inneren", divers refrangiblen Farbkomponenten des Lichtes den Weg für die folgenden 300 Jahre bahnen können.

Das neue, selbstverfertigte Spiegelfernrohr stellte die praktische Folgeerscheinung dar, die neue Lichtlehre hatte dazu gleichzeitig den theoretischen Nachweis zu erbringen, dass Linsenfernrohre wegen der strukturellen Beschaffenheit gebrochenen Lichtes nicht zu korrigieren seien und dass man eine Vervollkommnung der Fernrohre nur über das Prinzip des Spiegelteleskops erwarten dürfte.

Die gelehrte Welt beugte sich vor der gedanklichen Machtfülle einer gewichtigen wissenschaftlichen Autorität, der Royal Society gereichte es zu hoher Ehre, Isaac Newton in ihren Reihen begrüssen zu dürfen, Seine Majestät, der König von England, erwies ihm die Gunst, das Erde und Himmel optisch verbindende, neue technische Wunderwerk einer persönlichen Besichtigung zu würdigen und einer der grössten Dichter Englands, POPE, überlieferte der Nachwelt das hymnische Bekenntnis:

> Nature and Natures Laws lay hid in night
> God said, let Newton be – and all was light

Siebenundachtzig Jahre später hatte die Fachwelt Gelegenheit, das erste Fernrohr mit farbentstörtem Linsensystem zu begutachten.

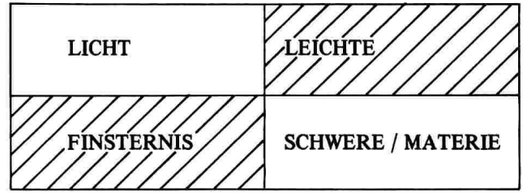
Newtons Brechungsfarben-Theorie jedoch, deren Hauptgedankenführung dem physikalischen Nachweis gewidmet war, dass die Farbkorrektur von Fernrohrlinsen theoretisch unmöglich sei, wurde durch die Zusatzhypothese einer substanz-ABHÄNGIGEN DISPERSION gestützt und blieb so, mit Hilfe dieser "äusseren" Bedingung, bis ins 20. Jahrhundert hinein eine der grundlegenden wissenschaftlichen Bildvorstellungen im Bereich der physikalischen Optik.

Wenn wir angesichts des gekennzeichneten Sachverhaltes naheliegende Werturteile zurückstellen und das Gesamtbild gleichsam symptomatisch auf uns wirken lassen, können wir in allem den Ausdruck einer BEWUSSTSEINS-SITUATION erkennen, bei der die sinnlich-wahrnehmbare Wirkung des LICHTES in dem Masse zum alleinigen wachbewussten Erlebnisinhalt und zum Massstab für "PHYSIKALISCHE WIRKLICHKEIT" wurde, in welchem die begrifflich polare Entität FINSTERNIS von einem quantitativ ausgerichteten Wissenschaft-Bewusstsein als Wirklichkeitsfaktor nicht mehr wachbewusst erlebt werden konnte. Neben diesem Sachverhalt ist Newtons mehr oder weniger exakt geführte Begründung zur "wissenschaftlichen Abschaffung der Finsternis" durchaus zweitrangig.

Über die Existenz der Finsternis als Welten-Wirklichkeit, Geist- bzw. Gegengeist-Realität und physikalisch wirksamer Naturkraft ist dabei natürlich ebensowenig entschieden, wie bei einer Bilanz-Analyse, die nur der Aktiv-Seite betriebswirtschaftlichen Realitätscharakter zubilligt und die Passiva als blosse Abwesenheit von Aktiv-Werten einschätzt. Bei der physikalisch analog negierten FINSTERNIS mag man sich jenes Hinweises erinnern, den Goethe im "Faust" dem mephistophelischen Geist der Verneinung in den Mund legt:

"Den Teufel spürt das Völkchen nie, und wenn er sie beim Kragen hätte!"

Das mittelalterliche Bewusstsein hatte noch eine Erlebnisfähigkeit, welche die in sich polare Qualitäten-Zweiheit



als in der Natur wirksame, geist-reale Gegebenheiten anerkennen konnte. Aus diesem Naturbild eliminierte Newton die FINSTERNIS als physikalische Realität mittels eines vorwissenschaftlichen Beweisverfahrens. Und seitdem es die Florentiner Accademia del Cimento im 17. Jahrhundert gleichfalls für "unwissenschaftlich" erklärt hatte, die LEICHTE als realen physikalischen Faktor anzuerkennen, konnte die Rest-Zweiheit von LICHT und MATERIE in ihrer quantitativ-energetischen Erscheinungsseite in zunehmendem Masse die Züge des neuzeitlichen physikalischen Weltbildes bestimmen. LEICHTE und FINSTERNIS hingegen hörten vorübergehend auf, als Bewusstseinsinhalte und wissenschaftliche Denkkategorien in Erscheinung zu treten.

Wie ein Schattenbild der ursprünglichen LICHT/FINSTERNIS- bezw. LEICHTE/SCHWERE – POLARITÄT auf quantitativ-physikalischer Ebene mutet es an, wenn sich dem modernen physikalischen Denken LICHT wie MATERIE im Doppelbild polarer Erscheinungsweisen darbietet, für wel-

che sich – je nach Versuchsanordnung – einmal der Begriff der *harmonischen Schwingung* (des Wellenfeldes), das andermal der Begriff des *Quantenhaft-korpuskularen* als geeigneter mathematischer Formalismus und quantitativ zureichendes Erklärungsprinzip anbietet.

Die Ausdrucksweise: LICHT (bezw. MATERIE) IST ein WELLENVORGANG, LICHT (bezw. MATERIE) IST ein KORPUSKULARVORGANG, wird jedoch den experimentellen und erkenntniswissenschaftlichen Gegebenheiten nicht gerecht. Eine wirklichkeitsgemässere Aussage wäre: Wenn STOFF oder LICHT, als WESENHAFTES, in ERSCHEINUNG tritt, dann bewirken bestimmte Versuchsanordnungen physikalische ERSCHEINUNGEN, die mittels der BEGRIFFSVORSTELLUNG "PERIODISCHE SCHWINGUNG" beschrieben und mathematisch formuliert werden können, andere Versuchsanordnungen lassen physikalische Phänomene in Erscheinung treten, auf welche sich die BEGRIFFSVORSTELLUNG "LICHTSTRAHL", "LICHT-KORPUSKEL" oder "LICHT-QUANT" anwendbar erweist. Hingegen gehören ontologische Aussagen, d.h. Aussagen über das, was Licht "ist", nicht primär in das Aufgabengebiet der Physik, sondern in jenes der Meta-Physik. Die Physik hat es ausschliesslich mit phänomeno-logischen Gegebenheiten zu tun. Wird dies berücksichtigt, dann erübrigt sich die aus unzulänglichen Prämissen gezogene Folgerung, das Licht sei ein in sich widerspruchsvolles Welle-Korpuskel-"Amphibium". Das LICHT gleicht vielmehr einem Schauspieler, der – rollenbedingt – einmal in beschwingter Art, das andere mal mehr geradlinig den Bühnenraum durchquert. Interferenz-Phänomene und Linear- oder Korpuskular-Phänomene sind gleichsam Reise-Kostüme des Hauptdarstellers in einem "Lichtschauspiel".

Die ideellen und experimentellen Unzulänglichkeiten, welche zur Annahme der Brechungsfarben-Modellbildvorstellung führten

Um des möglichen Erkenntnisgewinnes willen sei das begriffliche und experimentelle Vorgehen Newtons bei der Annahme und Einführung der Brechungsfarbenlehre noch einmal im wesentlichen skizziert.

Wie bereits im Abschnitt ACHROMASIE erläutert, liegen der Grund-Versuchsanordnung, welche das Sonnenspektrum in Erscheinung treten lässt, die Komponenten 1, 2, 3, 4 und 5 mit den einzelnen Faktoren 11, 21, 22, 31, 32, 33, 34, 41, 42, 51, 52 und 53 zugrunde, die am Zustandekommen des Spektralphänomens gemeinsam und wesentlich beteiligt sind. WESENTLICH kann ein Faktor dann genannt werden, wenn dessen Variation auch das mitbewirkte PHÄNOMEN TYPISCH MODIFIZIERT und GRUNDLEGEND METAMORPHOSIERT.

DIE BETEILIGTEN VERSUCHS-KOMPONENTEN sind

1 die Sonne als Licht-Quelle
  11 die Farbqualität des Sonnenlichtes im Tageslauf
2 eine undurchsichtige Lichtbeschränkungsvorrichtung, mit dem sich dahinter ergebenden Hell/Dunkel-Grenzbereich
  21 die Grösse der Lichteintrittsöffnung
  22 die Form der Lichteintrittsöffnung
3 ein farblos-klares, prismatisch geformtes optisches Medium
  31 der brechende Prismenwinkel φ
  32 die optische Dichte der Prismensubstanz (der Brechwert)
  33 die chemische Beschaffenheit der Prismensubstanz (der Dispersionswert)
  34 die Neigung der Lichteintrittsfläche des Prismas gegenüber der Lichteinfallsrichtung – ϵ
4 eine Bildwurffläche
  41 die Farbe der Bildwurffläche
  42 die Entfernung der Bildwurffläche vom Prisma
5 das umgebende optische Medium, in welchem sich 1, 2, 3, 4 befinden
  51 die Dichte des Mediums
  52 die Substanz des Mediums
  53 die Farbe des Mediums (atmosphärische Absorption u.ä.)

Newtons Auswahlverfahren

Aus der Gesamtheit der aufgezählten *wesentlichen Versuchsbedingungen* führt Newton nur zwei Gegebenheiten an, die er später für bedeutungslos erklärt:

a) die Grenze zwischen hellem und dunklem Bereich hinter der Lichtblende (2) und
b) die Grösse der Lichteintrittsöffnung (21).

Aus der Vielzahl *unwesentlicher Versuchsbedingungen* werden erwähnt:

a) die *Dicke des Glases* /gemeint ist offensichtlich die Entfernung zwischen Lichteintritts- und Lichtaustrittspunkt am Prisma/,
b) eventuelle *Fehler des Glases* /in der Glassubstanz, im Schliff und in der Politur/,
c) das *unterschiedliche Einfallen der Lichtstrahlen,* welche von verschiedenen Teilen der Sonne herkommen und
d) ein eventuell *krummliniger Verlauf der Lichtstrahlen.*

Diese vier Versuchsbedingungen werden bei der experimentellen Prüfung als bedeutungslos für das Zustandekommen der Spektral-FORM befunden – und zwar mit Recht.

Da Newton im Grunde alle "äusseren" Bedingungen, gleichgültig ob unwesentliche oder wesentliche, neben seiner Brechungsfarbenvorstellung für bedeutungslos hält, soll das von ihm auf wesentliche Versuchs-Komponenten angewandte experimentelle Prüfungs- und Ausscheidungsverfahren eingehender untersucht werden.

Das methodische Vorgehen zur Eliminierung der Finsternis

Um festzustellen, welchen Einfluss die kreisförmige Lichtbeschränkungsvorrichtung im Fensterladen auf das Entstehen der Spektral-FORM hat, hält Newton das Prisma einmal unmittelbar hinter die Lochblende, das andere mal dicht vor dieselbe. Da der Vergleich der beiden Spektra auf der gegenüberliegenden Zimmerwand bei den gewählten Grössenanordnungen keinen merklichen Unterschied erkennen lässt, folgert er, dass die Lochblende keinen Einfluss auf das Zustandekommen der Spektral-FORM habe und damit sei auch der Einfluss der hinter einer Lochblende in Erscheinung tretenden Finsternis, samt der sich ergebenden Licht/Finsternis-Grenze, für das Zustandekommen der Spektralerscheinung nach Form *und FARBE* (!) ohne Bedeutung.

Mit anderen Worten: Weil die räumliche Verlagerung des Prismas vor die Lichtblende, bei bestimmter Dimensionierung der beteiligten Versuchs-Komponenten, auf der Bildwurffläche keine Änderung der Spektral*form* ersichtlich werden lässt, hat auch die Tatsache, dass hinter jeder

Lochblende eine Licht/Finsternis-Grenzzone entsteht, in der Licht und Finsternis qualitativ in Wechselwirkung treten können, keine Bedeutung für das Zustandekommen der spektralen *Farb*erscheinung, die immer bezw. nur in der Licht/Finsternis-Grenzzone in Erscheinung tritt.
Wie wir noch sehen werden, liegt der Newtonschen Feststellung eine lückenhafte Experimentalprüfung mit ungenauen Beobachtungen und eine fehlerhafte Schlussfolgerung zugrunde.
GOETHE war bei Nachprüfung des geschilderten Sachverhaltes über das hier angewandte experimentelle und gedankliche Vorgehen so ungehalten, dass er in seinen "Materialien zur Geschichte der Farbenlehre", 6. Abt. – 18. Jahrh. – Isaac Newton, erklärt: "Durch welche Art von Untersuchung jedoch Newton sich überzeugt habe, dass der Grenze kein Einfluss auf die Farberscheinung zuzuschreiben sei, muss jeden, der nicht verwahrlost ist, zum Erstaunen, ja zum Entsetzen bewegen, und wir fordern alle günstigen und ungünstigen Leser auf, diesem Punkte die grösste Aufmerksamkeit zu widmen. . . . . .

Hier wird von nun an um die Haltbarkeit oder Unhaltbarkeit des Newtonischen Systems gekämpft ... hier, wo uns Newton selbst aufbewahrt hat, wie er zu seiner Überzeugung gelangt ist".

Folgende Abbildung 17 lässt erkennen, wie sich das prismatische Sonnenspektrum, das durch Verbindung zweier polarer Farbrand-Zonen entsteht, verwandelt, wenn eine – im Idealfalle kontinuierliche – Änderung des Raumbezuges zwischen Prisma und Blende vorgenommen wird.

Anfang und Ende der abgebildeten Vermannigfaltigungs-Reihe sind mit den geschilderten zwei Versuchen Newtons identisch, die für sich allein weder etwas zu erklären noch etwas zu beweisen vermögen, wie Abbildung 17 zeigt, Goethe bezeichnet es als erste Pflicht des Naturforschers, die Versuche zu "vermannigfaltigen", um den wirklichkeitsgemässen Zusammenhang isolierter Einzelversuche aufzudecken und der Einsicht zugänglich zu machen.

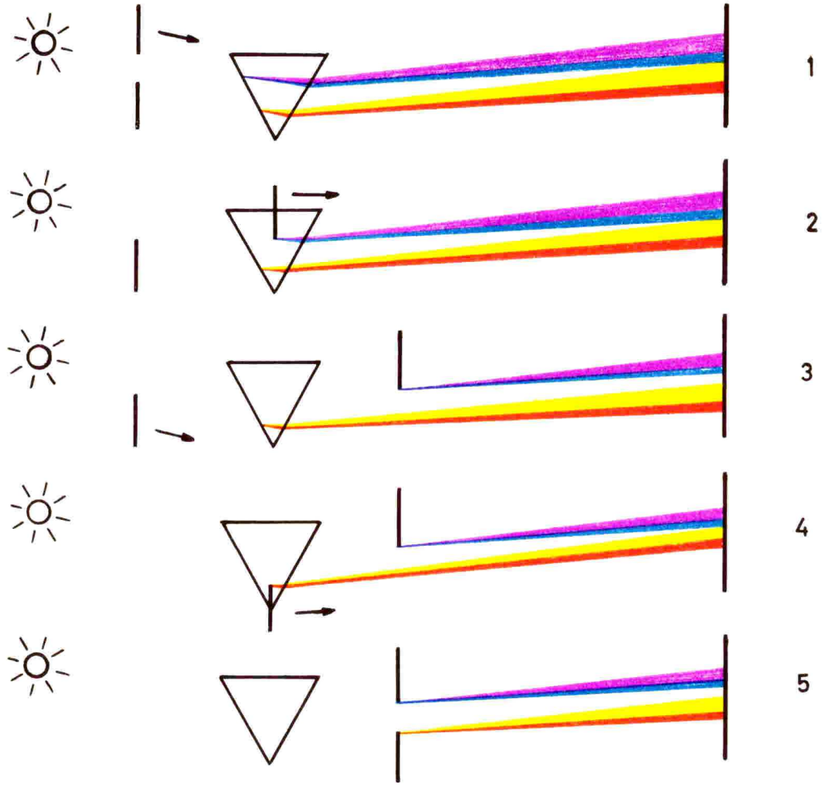
Wegen der unterschiedlichen Entstehungspunkte der Farbrandzonen unterscheiden sich die geschilderten Vergleichsspektra im Aufbau beträchtlich, so dass nur bei den von Newton gewählten speziellen Grössenanordnungen von Blende und Prisma und der verhältnismässig grossen Entfernung Prisma – Projektionsfläche beim makroskopisch-qualitativen Vergleich der beobachteten Phänomene ein Fehlurteil entstehen konnte. Bei der im Seitenriss, wiedergegebenen Variationsreihe wird der grundlegende Unterschied deutlich erkennbar.

Wir sehen, dass spektrale (Rand-)Färbung hinter Prismen

1. nur an den *Grenzen eines Hell/Dunkel-Unterschiedes* vorkommen und
2. nur nach einer an Grenzebenen unterschiedlich dichter optischer Mittel erfolgten *Änderung der Licht- bezw. Schattenwurfs-Richtung* entstehen und in Erscheinung treten kann.

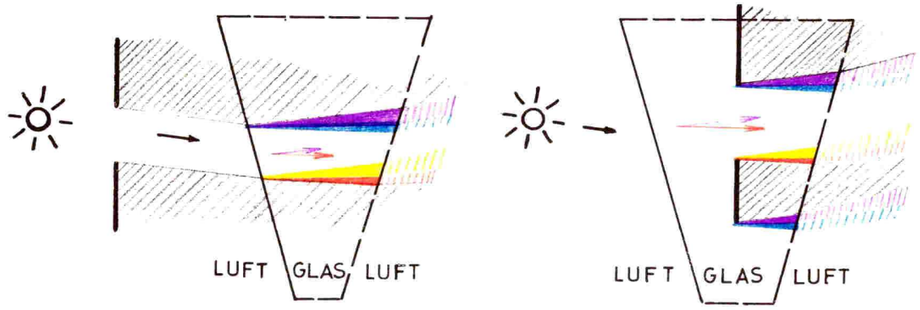
STOFFBEDINGTE LICHT-BESCHRÄNKUNG und STOFFBEDINGTE LICHT-RICHTUNGSÄNDERUNG DURCH BRECHUNG sind die zwei wesentlichsten Voraussetzungen für das Zustandekommen prismatischer Rand-Farberscheinungen.

Dieser naturgesetzliche Sachverhalt trifft auch für alle Fälle zu, in denen die Schattenwurfsvorrichtung *hinter* die brechende Ebene verlagert wird. Die Reihenfolge LICHT-BESCHRÄNKUNG – LICHT-RICHTUNGSÄNDERUNG ist umkehrbar, d.h. sie hat keinen Einfluss auf die Tatsache der Farbrand-ENTSTEHUNG sondern lediglich auf den ORT des Enstehungs-BEGINNS (– Abb. 18).



1 Spaltblende VOR dem Prisma bzw. Prisma HINTER der Spaltblende
2 Obere Spaltblendenbacke IM Prisma
3 Obere Spaltblendenbacke HINTER, untere VOR dem Prisma
4 Obere Blendenbacke HINTER dem Prisma, untere IM Prisma
5 Spaltenblende HINTER dem Prisma bzw. Prisma VOR der Blende
2,3,4, Phasen des VERSUCHSKONTINUUMS mit asymmetrischen Randfarbenfächern und ungleichen Längen der Halbspektren (Vi-Bl ≠ Ge-Ro). In und hinter dem Prisma beginnt die Farbfächerung erst an den schattenwerfenden Vorrichtungen.

Abb. 17



BLENDE VOR DEM PRISMA BLENDE IM PRISMA

Nach erfolgter Brechung lässt sich die Licht-RICHTUNG im ungefärbten (mittleren) Lichtströmungsbereich nicht mehr mit Hilfe *eines* Richtungsanzeigers (Vektors) wiedergeben.

Abb. 18

Nach Richtigstellung der Beobachtungsergebnisse darf abschliessend Newtons Schlussfolgerung auf die gedankliche Form gebracht werden, welche angesichts der richtig beobachteten Versuchsgegebenheiten statthaft erscheint.

Selbst bei unexakter Beobachtung berechtigen die beiden Versuche nicht zu der von Newton getroffenen Feststellung, sondern lediglich zu folgender Aussage:
Die räumliche Umstellung des Prismas auf die entgegengesetzte Seite der Lichtblende lässt keine visuell unterscheidbare Änderung des ursprünglichen Phänomens auf der Bildwurffläche erkennen, folglich scheint – bei der gewählten Dimensionierung der Versuchskomponenten – die räumliche Relation Prisma/Blende (und nicht die Lichtbeschränkungsvorrichtung, als solche!) *ohne wesentlichen Einfluss auf das Zustandekommen der spektralerscheinung am Projektionsschirm zu sein, was jedoch noch eingehender durch Zwischenversuche zu klären wäre.*

Newtons Versuch mit gekreuzten Prismen

Für die zureichende wissenschaftskritische Analyse des Newtonschen Beweisverfahrens darf abschliessend noch der Versuch mit gekreuzten Prismen, dem im Rahmen der Optik Newtons eine gewichtige Beweisfunktion zufällt (vgl. Prop. II – Theor. II – Vers. 5), einer erkenntniswissenschaftlichen und methodologischen Untersuchung unterzogen werden.
Wie bereits erläutert, ist Newton der Meinung, dass das WEISS ERSCHEINENDE LICHT DER SONNE unterschiedlich brechbare Farbstrahlungsbestandteile enthält, die bei jeder prismatischen Brechung zum bekannten kontinuierlichen, regenbogenfarbigen SPEKTRUM dispergiert werden. Aus den erscheinenden spektralen Brechungs-Farben zieht Newton den Schluss, dass letztere bereits VOR DER BRECHUNG als MONOCHROMATISCHE FARBBESTANDTEILE IM SONNENLICHT ENTHALTEN GEWESEN WÄREN, und dass das WEISSE LICHT DER SONNE AUS FARBIGEN TEIL-LICHTERN ZUSAMMENGESETZT SEI. Weisses Licht ist die Summe und additive Mischung spektraler Farblichter, die bei jeder Refraktion als Brechungs-Farben von "diverser Refrangibilität" in Erscheinung treten und derart die verborgene FARBSTRUKTUR DES WEISSEN LICHTES offenbaren. Die ideell und experimentell polare optische Entität FINSTERNIS ist hingegen – im Sinne Newtons – keine physikalische Realität und kein zur Farbentstehung beitragender realer Faktor, sondern – als blosse Abwesenheit des Lichtes – gleichsam ein physikalisches NICHTS.

Im Rahmen dieses Vorstellungszusammenhanges erteilt Newton dem Versuch mit gekreuzten Prismen folgende Beweisfunktion:

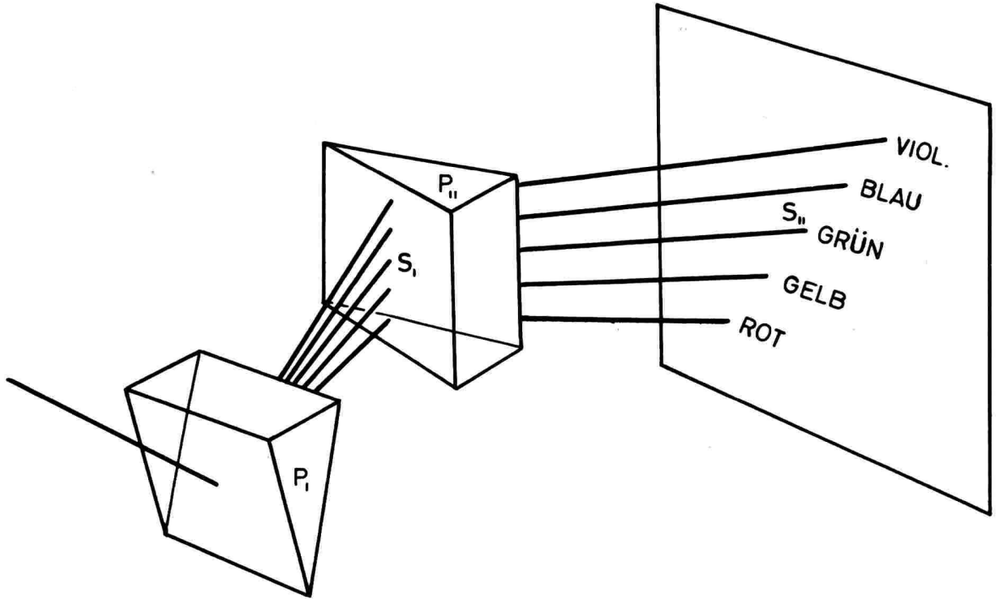


Abb. 19

Die im weissen Licht als physikalische Wirklichkeit und Wirksamkeit enthaltenen gedachten Farblichtstrahlen von unterschiedlicher Brechbarkeit ergeben nach der Erstbrechung in Prisma P_1 einen Fächer unterschiedlich stark gebrochener, nahezu monochromatischer Spektralfarben, die bei senkrechtem Lichteinfall auch in einer senkrecht zur Erstprismenachse vorzustellenden Ebene liegen (S_1). Monochromatische Farblichtstrahlen sind nicht weiter zerlegbare, elementare Gegebenheiten der Optik, denen jeweils ein bestimmter, farbeigener Ablenkungswinkel zugeordnet werden kann. Prisma P_2 lässt diesen farbeigenen Winkel nach einer Zweitbrechung ersichtlich werden und ergibt ein diagonal liegendes Endspektrum S_2 von brechungsgesetzlich bedingter Längenausdehnung.

Der Versuch mit gekreuzten Prismen soll im Rahmen des Newtonschen Vorstellungssystems beweisen, dass

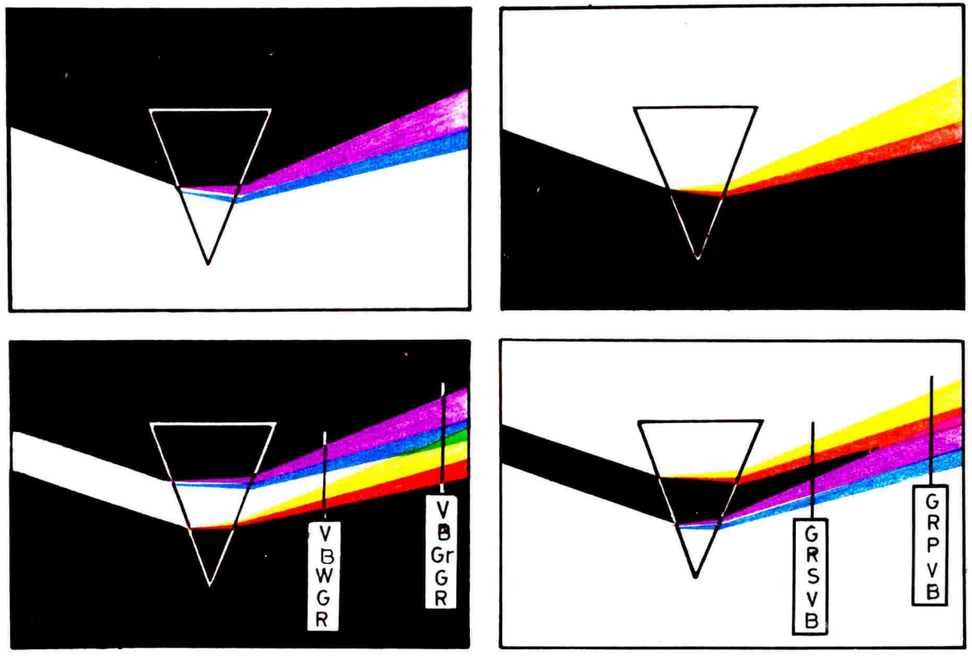


Abb. 20

1. Weisse Lichtstrahlen verschiedenfarbige Komponenten von unterschiedlicher Brechbarkeit enthalten, die mittels eines Prismas (P_1) zu einem regenbogenfarbigen Dispersionsbereich elementarer Farblichter (S_1 = Spektrum 1) aufgefächert werden. Die derart entstandenen elementaren Farblichtstrahlen werden
2. bei abermaliger prismatischer Brechung in P_2 nicht weiter spektral zerlegt, sondern erfahren nur – ihrer diversen Refrangibilität gemäss – eine dispersionsfreie, farbabhängige Zweitbrechung, die ein diagonal liegendes Endspektrum (S_2) aus nahezu homogenen Farblichtstrahlen ergibt.

Welche Bedeutung kommt nun dem Versuch mit gekreuzten Prismen im Rahmen der naturwissenschaftlichen Denk- und Anschauungsweise GOETHEs zu?

Goethe beobachtet, sowohl bei der Projektion durch ein Prisma auf der Bildwurf-Fläche, wie beim direkten Blick durch das Prisma, dass spektrale Farberscheinungen nur in den zur Prismenachse nichtsenkrecht liegenden HELL/DUNKEL-GRENZZONEN auftreten. Und zwar – je nach Aufeinanderfolge der Hell/Dunkel-Bereiche in Bezug auf die brechende Prismenkante – als Blau/Violette bzw. Rot/Gelbe Randzonenfärbung. – **Abb. 20**

Die Annäherung und Verbindung der zwei komplementären Randfarbenpaare ergibt (bei Blau + Gelb-Kombination) einen GRÜNEN bezw. (bei Violett + Rot-Kombination) einen PURPURNEN Übergangs- und Mischungsbereich. Das NEWTONSCHE SPEKTRUM (Schwarz-Rot-Gelb-Grün-Blau-Violett-Schwarz) ist nur *eine der möglichen Randfarbenkombinationen.* In echter Komplementarität steht ihm das von Goethe entdeckte PURPUR-SPEKTRUM (Weiss-Blau-Violett-Purpur-Rot-Gelb-Weiss) *phänomenologisch gleichwertig* gegenüber. Die Übereinanderprojektion der beiden polaren Farbreihen (Rot auf Blau, Gelb auf Violett usw) lässt im Grau des sich ergebenden Überdeckungs-, Mischungs- und Neutralisations-Spektrums /ne-uter = lat. keines von beiden/ den streng komplementären Aufbau und Zusammenhang beider Spektralreihen ersichtlich werden.

Das Phänomen des Grün- bezw. Purpur-Spektrums ist für Goethes gegenständliche Denkweise nicht das Ergebnis einer prismatischen Auffächerung von Brechungsfarben, die bereits im weissen Licht unsichtbar "enthalten" waren, sondern Ausdruck einer Wechselwirkung und Auseinandersetzung der optischen Entitäten LICHT und FINSTERNIS mit der STOFFLICHKEIT des Prismas, deren Ergebnis bei prismatischer Richtungsänderung als Randzonenfärbung sichtbar in Erscheinung tritt. Während Newton den monochromatischen Farblichtstrahl unter die axiomatischen Gegebenheiten der Optik einreiht, sind für die gegenständlich-phänomenologische Anschauungsweise Goethes LICHT und FINSTERNIS die Ur-Elemente der Optik.

Da nach prismatisch bedingter Richtungsänderung nur die zur Prismenachse nicht-senkrecht liegenden HELL/DUNKEL-GRENZBEREICHE randgefärbt erscheinen und die Richtungsänderung des Grenzbereiches immer von der brechenden Kante des Prismas weg erfolgt, (vgl. Abb. 7, Seite 11) können auch Kombinationen prismatischer Randfarben (d. h. Voll-Spektra) *ihre Längsrichtung immer nur senkrecht zur Prismenachse entfalten.*)*

*) Dies trifft auch für das Purpur-Spektrum GOETHE's zu, obwohl nach der Brechungsfarbenlehre NEWTON's ein "Zerreissen" des komplementären Spektralfarbbandes im Purpurbereich erfolgen müsste, denn Purpur = Rot + Violett und diese beiden Farben sind "divers refrangibel".

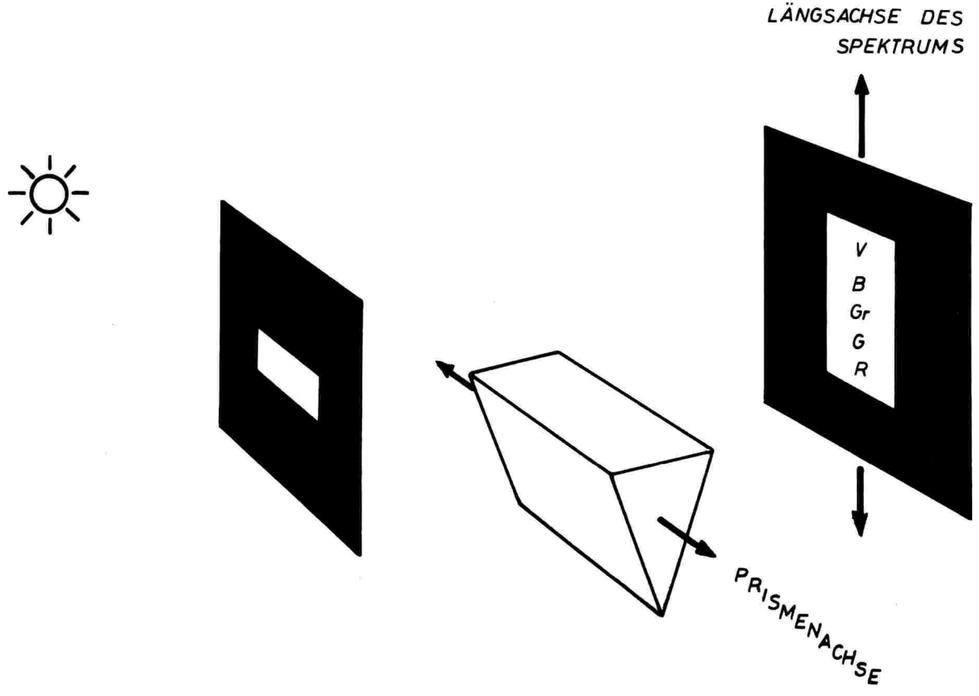


Abb. 21

Werden zwei gleichartige Prismen hintereinander gestellt und gekreuzt, dann macht *jeder* Prismenteil seine senkrecht zur Prismenachse vorzustellende Richtungstendenz für die Längsdimension des prismatischen Grün- oder Purpur-Spektrums geltend und das von zwei gekreuzten Prismen hervorgebrachte RESULTIERENDE SPEKTRUM wird "nach einem allgemeinen Naturgesetz in der Diagonale verrückt und gefärbt" (Goethe, Farbenlehre 2. Abt., Phys. Farben – § 205).

André Bjerke wählt in seinem Buch Neue Beiträge zu Goethes Farbenlehre, Stockholm 1961 deutsch: im Verlag Freies Geistesleben, Stuttgart die Analogievorstellung des Kräfteparallelogramms, um die Goethesche Vorstellung der Diagonalverschiebung infolge eines "allgemeinen Naturgesetzes" dem Verständnis näher zu bringen.

Folgende Darstellung möge zusätzlich erläutern, welche Beweiskraft dem Versuch mit gekreuzten

Prismen zukommt, sobald die analogiefreie Ideenwelt der Stereometrie das gedankliche Anschauungsmaterial liefert.

Durch Teilung eines gleichseitigen Prismas (1) entstehen zwei Teilprismen mit halbiertem brechenden Winkel (2). Die eingehende Betrachtung der gewählten Abbildungsfolge lässt erkennen, dass die Teilprismen (2) – gekreuzt (3) und aneinandergelegt (4) – einen resultierenden stereometrischen Körper (5) ergeben, der einem diagonal liegenden Prisma mit abgeschrägten Ecken entspricht (6).
Allgemeiner gefasst und mathematisch formuliert:

Zwei aneinanderliegende prismatische Körper von gleichem brechenden Winkel φ , deren Körperachsen um den Winkel a gegeneinander gedreht werden, ergeben einen "resultierenden" prismatischen Körper, dessen Lichteinfallsfläche gegenüber der Lichtaustrittsfläche um den *neuen brechenden Winkel* φ_r geneigt ist:

$$\varphi_r = 2 \arcsin\left(\cos\frac{a}{2} \sin \varphi\right)$$

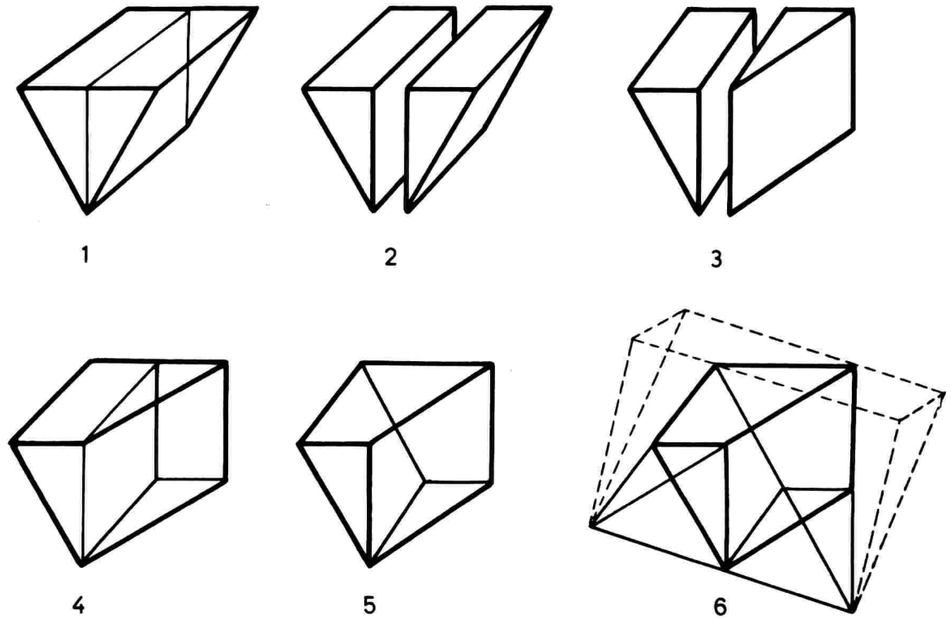
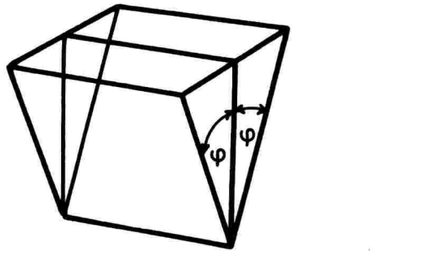


Abb. 22



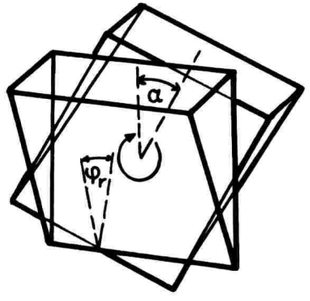


Abb. 23

Neben Lichteinfallsrichtung, Prismensubstanz und Projektionsflächenentfernung ist φ_r einer der wesentlichen Faktoren für die Längenausdehnung des resultierenden diagonalen Doppelprismenspektrums.

Der Neigungswinkel des resultierenden Spektrums gegenüber dem Erstprismenspektrum ist $\alpha/2$, d.h. er ist halb so gross wie der Drehungswinkel zwischen Erstprismen- und Zweitprismen-Achse. Bei "gekreuzten" Prismen ist der Prismenachsen-Winkel 90°, die Lage des resultierenden Spektrums $\alpha/2 = 90°/2 = 45°$, d.h. "diagonal".

Der Versuch mit gekreuzten Prismen beweist

1. dass zwei optische Prismen (mit horizontaler und vertikaler Lage der Prismenachsen) einen resultierenden prismatischen Körper ergeben, dessen optische Achse "diagonal" liegt,
2. dass ein dreiseitiges optisches Prisma (in sich kompakt oder durch eine planparallele Luftschicht in sich unterbrochen), *unabhängig von der räumlichen Lage* ein Spektrum entfaltet, dessen Längsrichtung – bei *senkrechtem* Lichteinfall in die Vorderfläche des Prismas – *senkrecht zur Prismenachse* steht, bei *nichtsenkrechtem* Lichteinfall *nahezu senkrecht zur Prismenachse* seine Längsrichtung entfaltet.

Durch das Experiment mit gekreuzten Prismen wird also nichts über die Existenz von Brechungsfarben im weissen Sonnenlicht und deren prismatische Unzerlegbarkeit entschieden, sondern die Entstehung des Spektrums an bestimmt geformten PRISMENTEILSTÜCKEN vor Augen geführt.

Soll das Verhältnis von Licht und Farbe bezw. die Farbentstehungsbedingung im Bereich der prismatischen Spektralerscheinungen geklärt werden, so bedarf es nicht der Versuchs-Komplikation durch ZWEI Prismen, sondern einer Zurückführung der erklärungsbedürftigen Phänomene auf die zugrundeliegenden einfacheren und durchschaubareren Verhältnisse, d.h. auf echte "optische Axiome", auf URPHÄNOMENE DES SICHTBEREICHES – in strenger Entsprechung zur Methode des Einsehens, Erkennens und Beweisens, wie sie im Bereich der Mathematik gehandhabt wird.

Wenn Goethe angesichts des Newtonschen Beweisverfahrens zu dem Ergebnis kam, dass "sich durch Versuche eigentlich nichts beweisen lässt", bezw. dass ein "Prokrustes" mit Hilfe von Versuchen *alles zu "beweisen" vermag,* was er zu beweisen wünscht, ist damit nichts gegen ein *mathematisch exakt gehandhabtes Beweis- und Experimental-Verfahren* gesagt, sondern nur auf die *Problematik eines Beweisverfahrens* hingewiesen, bei dem der *Versuch nicht mehr seine neutrale Vermittler-Rolle zwischen Subjekt und Objekt* auszuüben vermag, weil das die Erkenntnis anstrebende, denktätige Subjekt Macht- und Willens-Intentionen geltend macht, welche das *Erkenntnis-Experiment* zum Misslingen verurteilen.

Rudolf Steiner weist in seinen Anmerkungen zum Polemischen Teil der Goetheschen Farbenlehre darauf hin, dass "Goethes ganze Weltansicht .... der grob-sinnlichen Anschauung widersprechen musste, dass dasjenige, was bei der Einwirkung auf das Licht *an diesem* erscheint, vorher schon faktisch in diesem enthalten gewesen sein müsse. Das äusserliche, rein mechanische Zusammengesetztsein des Lichtes widersprach seiner der Idee gemässen Denkweise."

Dieses Ergebnis zum Versuch mit gekreuzten Prismen hat nicht nur historische Bedeutung im Rahmen der Geschichte der Optik, sondern nötigt u.a. zu goetheanistischen Folgerungen für den Bereich der ANOMALEN DISPERSION, bei der sich A. KUNDT (Pogg. Ann. 142, 163 – 1871; 143, 149 – 1871; 144, 128 – 1871; 145, 67 – 1872) zweier SUBSTANZ- und FARB-UNTERSCHIEDLICHER GEKREUZTER PRISMEN bedient, um Abweichungen von der Newtonschen spektralen Reihenfolge der Brechungsfarben aufzuzeigen.

Zusammenfassung und Kennzeichnung des Newtonschen wissenschaftsmethodischen Vorgehens

Bei der Einführung und Geltendmachung seiner Lichtlehre bedient sich Newton des *indirekten* oder *apagogischen Beweisverfahrens* (deductio ad absurdum), welches die notwendige Gültigkeit der zu erweisenden Behauptung aus der unmöglichen Gültigkeit des contradictorischen Sachverhaltes ableitet.

Den Beweis für die Richtigkeit und für die alleinige Berechtigung seines *optischen Vorstellungs-Systems* erbringt Newton dadurch, dass alle seiner Auffassung entgegenstehenden früheren Erfahrungsgegebenheiten und Folgerungen als unzulänglich und unberechtigt nachgewiesen und ausgeschlossen werden.

Alle räumlich – zeitlich gegebenen, physikalisch konkreten Versuchskomponenten werden als "äussere" Bedingung einer einzigen "inneren" farbverursachenden Gegebenheit entgegengestellt. Diese innere Bedingung ist die abstrakt angenommene und gedanklich in das Licht projizierte Modellbild-Vorstellung einer UNWAHRNEHMBAREN BRECHUNGSFARBSTRUKTUR. Erkenntniswissenschaftlich stellen die im Licht enthalten vorgestellten Brechungsfarbstrahlen ein bloss nominalbegriffliches Denkerzeugnis ohne physikalisch-reales Äquivalent dar, vergleichbar der vorstellungsmässig in den Marmor hineinprojizierten Skulptur-Form, die nicht faktisch im (Natur-)Objekt, sondern nur ideell im vorstellenden Subjekt des Experimentators existiert.

Bei der Aufstellung der zu verneinenden "äusseren" Versuchs-Faktoren geht von der neuen Brechungsfarben-Bildvorstellung, deren Berechtigung erst nachzuweisen gewesen wäre, schon eine die Auswahl der "Zeugen" determinierende Wirkung aus. Die Auswahl der in Betracht kommenden Versuchskomponenten ist nicht vollzählig. Sie erfasst entweder nur belanglose Versuchsgegebenheiten, bei denen die Verneinung eines Einflusses durch

echte Beweisführung möglich ist, oder wesentliche Versuchsgegebenheiten, bei denen die Berechtigung zur Verneinung mit Hilfe experimenteller Pseudobeweise, also nur zum Schein, erbracht wird. Die Interpretation der Experimental-Ergebnisse, die Übersetzung der Natur-"Sprache", erfolgt nicht aus der erforderlichen, vorstellungsmässig neutralen Grundhaltung des Dolmetschers, sondern aus vorgefasster Meinung. Die Versuchsergebnisse unterliegen theoriebedingter Fehlbeobachtung und theoriegerechter Interpretation. (Vgl. S. 25)

Da nicht alle Versuchsfaktoren – die Natur-"Zeugen" – für eine "Stellungnahme in eigener Sache" zugelassen sind und die experimentelle Befragung das Kriterium "richterlicher Neutralität", d.h. echter wissenschaftlicher Voraussetzungs- und Vorurteilslosigkeit vermissen lässt, ist das indirekte Beweisverfahren Newtons so unzulänglich, dass es nicht zur Annahme der angestrebten *contradictorischen Lehrmeinung* in Form der *neuen Lichtlehre* berechtigt. Der später erfolgte Bild-Ersatz von Farblicht-STRAHLEN durch Farblicht-SCHWINGUNGEN ändert nichts an der grundsätzlichen Unzulänglichkeit des ursprünglichen Experimental- und Beweisverfahrens.

Bei der Aufstellung und Einführung der Brechungsfarben-Modellbildvorstellung ist Newton ebenso wie bei der Untersuchung und Beurteilung der Achromatisierungsmöglichkeit – in Widerspruch zu seinem eigenen Grundanliegen – der Versuchung *prokrusteischer Experimental-* und *Beweis-Manipulation* unterlegen. Überall da, wo wissenschaftliche Objekte sich dem Machtanspruch des Natur-"Inquisitors" fügen müssen, vermag der WISSENSCHAFTLICHE VERSUCH nicht mehr seine Rolle als freier "VERMITTLER VON SUBJEKT UND OBJEKT" auszuüben und objektgemässe naturwissenschaftliche *Einsicht* und *Erkenntnis* zu vermitteln. Bei dieser Art "wissenschafts"-methodischen Vorgehens ist die Möglichkeit *wahrhaften Wissens* um die *wesenhaft-ideellen Zusammenhänge im Bereich der Natur* nicht mehr gewährleistet und *echte Wissenschaftlichkeit* in Frage gestellt. *Wahre Erkenntnis setzt innere Freiheit voraus, und die Selbstbefreiung* aus der (Ver-) Blendung durch innerseelische *Macht- und Fremdbeherrschungs-Intentionen*, die dem ungeläuterten Erkenntnis-*Trieb* unbewusst innewohnen, selbst da, wo er sich im Namen der Wissenschaft betätigt. Bei Prokrusteischem Machtwissenschafts-Betrieb wird – ohne Rücksicht auf den tatsächlichen Aussagegehalt der objektgerecht befragten Phänomene – dem wissenschaftlichen Experiment die Rolle eines Winkeladvokaten zugemutet, welcher das Hervorbringen quantitativ fundierter, subjektivistischer Pseudo-Imaginationen nachträglich zu rechtfertigen hat, wobei die Phänomene im Prokrustes-Bett geeigneter Versuchsanordnungen zu zeugniskräftigen Hypothesen-Stützen zurechtgehackt werden.

Das Vorgehen Newtons gewährleistet da, wo es in der OPTIK machtwissenschaftliche Wesensmerkmale aufweist, nicht ERKENNTNIS DER OBJEKTIVEN NATURZUSAMMENHÄNGE, sondern lediglich die mehr oder weniger gute BEHERRSCHUNG DER NATURVORGÄNGE, OHNE TIEFERE EINSICHT IN DIE ZUGRUNDELIEGENDEN WESENHAFT-IDEELLEN ZUSAMMENHÄNGE ZU ERSCHLIESSEN.

Nicht das geduldige Buchstabieren der Natur-Hieroglyphen, das selbstlose Anhören einer erst zu erlernenden Natur-Sprache und das ruhige Abwarten der Natur-Informationen, welche die Natur bei zwangsfreiem Befragungsverfahren selbst zu geben bereit ist, stellt hier die Grundtriebfeder wissenschaftlicher Erkenntnis dar, sondern das

GEZIELTE SICH ANEIGNEN PRAKTISCH VERWERTBARER NATUR-FUNKTIONEN und NATUR-ENERGIEN (das in gewisser Hinsicht als geistige Eroberung des materiellen Naturbereichs durch Erkenntnis-"Kolonialismus" zu werten ist) und das GELTENDMACHEN VERMUTETER, MESSTECHNISCH ABGESICHERTER SCHEIN-BILDVORSTELLUNGEN in Form von PRO-POSITIONEN und HYPO-THESEN, deren allgemeine Anerkennung – bewusst oder unbewusst – als gesteigerte Selbstverwirklichung erlebt wird, insbesondere dann, wenn die Anerkennung seitens einer Berufshierarchie, welche häufig MACHT DURCH WISSEN anstrebt, den absoluten Wertmassstab darstellt.

Versuch einer kurz gefassten Kennzeichnung der wissenschaftsmethodischen Grundvorstellungen Goethes

DER PHYSIKALISCHE OBJEKTBEREICH

bietet sich der vorstellungsdurchwobenen Sinneserfahrung unmittelbar als eine im zeitlichen Nacheinander und räumlichen Nebeneinander sich metamorphosierende, qualitativ und quantitativ fassbare *physikalische Erscheinungsformenfolge* dar.

DIE AUFGABE DES PHYSIKERS

ist in erkenntnismässiger Hinsicht die ideelle Erstellung eines *exakten,* d.h. wirklichkeitsgemässen, allgemeingültigen, sachgemäss geordneten *wissenschaftlichen Erklärungssystems,* durch welches die beobachteten und *in qualitativer wie quantitativer Hinsicht erklärungsbedürftigen Phänomene* ideell durchschaubar, voraussehbar und wiederholbar werden. Eine von bildvorstellungsartigen Subjektivismen freie,

WIRKLICHKEITS-GEMÄSSE WISSENSCHAFTLICHE ERKLÄRUNG

des phänomenal gegebenen Erscheinungsformen-Zusammenhanges wird gewährleistet durch die vom objektgerecht und logos-gemäss denkenden Subjekt zu vollbringende *Ent-deckung* jener realbegrifflich-ideellen *Denk-Formen,* die den *Erscheinungsformen adäquat sind.* Adäquat sind diese Denkformen immer dann, wenn der in den Erscheinungsgegebenheiten waltende MAKRO-LOGOS (das SCHÖPFERGÖTTLICHE "KONSTRUKTIONS"-PRINZIP) und der vom denktätigen Erkenntnis-Subjekt re-produzierte MIKRO-LOGOS sich decken und übereinstimmen.

DAS RICHTIGE INBEZUGSETZEN

der entdeckten, denkaktiv hervorgebrachten, objektgerecht gebildeten und introspektiv erfahrenen *Denkformen* und der sinnlich wahrgenommenen *Erscheinungsformen* wird ermöglicht durch

DIE EXPERIMENTELLE VERMANNIGFALTIGUNG ALLER VERSUCHS-KOMPONENTEN,

die am Zustandekommen des erklärungsbedürftigen Phänomens von der Erscheinungsseite her *wesentlich* beteiligt sind.
Wesentlich kann eine Versuchs-Komponente dann genannt werden, wenn durch deren Variation das Versuchs-Ergebnis grundlegend, massgeblich, entscheidend modifiziert wird.

In experimentalpraktischer und experimentaltechnischer Hinsicht besteht das

VERMANNIGFALTIGUNGSVERFAHREN

in einer systematisch und rationell herbeigeführten, möglichst *kontinuierlich* vollzogenen *Variation aller*

qualitativ und quantitativ massgebenden Versuchs-"Parameter", die den erklärungsbedürftigen Phänomenkomplex wechselwirkungsweise bedingen, hervorbringen und entscheidend META-MORPHOSIEREN. Hierdurch können die den phänomenalen Gegebenheiten innewohnenden ideellen Faktoren ersichtlich, dia-gnosti-zierbar und pro-gnostizierbar gemacht werden.

Dem *geometrischen Erkenntnis-* und *Wissenschafts-Verfahren* vergleichbar, können auch im *Objektbereich des Physikalisch-chemischen* Erscheinungsgegebenheiten *einfacherer, kategorialer, axiomatischer, ur-phänomenaler Art* von solchen *zusammengesetzter, komplexer* und *komplizierter Beschaffenheit* unterschieden werden.

EINE MATHEMATISCH EXAKTE ERKLÄRUNG QUALITATIVER PHYSIKALISCHER PHÄNOMENE

besteht darin, dass *komplexe Phänomen-Zusammenhänge* auf *urphänomenal-axiomatische* Gegebenheiten zurückgeführt werden, wobei aufgezeigt wird, welches IDEELLE PRINZIP in welcher Art am Zustandekommen des rätselhaften, "ideell undurchsichtigen", daher erklärungs-bedürftigen *Phänomen-Komplexes* einer URVERSUCHSANORDNUNG beteiligt ist. Etwa in der Form folgender *naturgesetzlich-urphänomenalen Formulierung:* Wenn die Versuchskomponente A mit der Versuchskomponente B in Wechselwirkung tritt, dann ergibt sich immer das UR-PHÄNOMEN AB, weil im Erscheinungszusammenhang das geistig-ideelle Wirkungs-PRINZIP P_{ab} massgeblich, wirksam und konstitutiv in Erscheinung tritt.

Die *nicht weiter zu vereinfachende,* elementare Versuchsanordnung eines bestimmten Phänomenbereichs kann

UR-VERSUCHSANORDNUNG

genannt werden. Die durch Urversuchsanordnungen in Erscheinung tretenden, nicht weiter zu vereinfachenden Phänomene werden (seit GOETHE)

UR-PHÄNOMENE

genannt, und die durch Urversuchsanordnungen hervorgerufenen Ur-Phänomene lassen ein wesenhaft wirkendes, geistig-ideelles

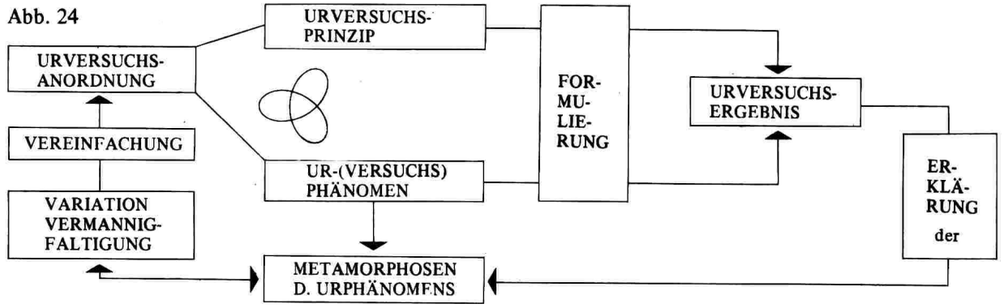
UR-PRINZIP, ein *über-sinnesempirisches* GEIST-UR-BILD

in Erscheinung treten und ersichtlich werden, das – als IDEELL EINFACHSTE GEGEBENHEIT – einer erklärungsweisen Zurückführung auf ein (innerhalb des gleichen Objektbereiches) "noch Einfacheres" logischerweise nicht mehr unterzogen werden kann.

DIE UR-VERSUCHS-ANORDNUNG, DAS UR-VERSUCHS-PRINZIP und das UR-PHÄNOMEN bilden eine wissenschafts- und experimentalmethodische *Dreieinheit,* bei welcher die Begriffe UR-VERSUCHSPRINZIP und URPHÄNOMEN im Oberbegriff URVERSUCHSERGEBNIS zusammengefasst werden können.

ZUM "ERGEBNIS" EINES WISSENSCHAFTLICHEN VERSUCHES GEHÖRT SOWOHL DAS (ENTSCHEIDENDE) PHÄNOMEN, ALS AUCH DIE ERMITTELUNG DES IM PHÄNOMEN WIRKSAMEN IDEELLEN PRINZIPS, WELCHES IN DIE MÖGLICH GEWORDENE FORMULIERUNG

Abb. 24



DES NATURGESETZLICHEN ZUSAMMENHANGES EINGEHT. DIE OBJEKTGERECHTE FORMULIERUNG DES IDEELLEN ZUSAMMENHANGES ERMÖGLICHT DIE ERKLÄRUNG ALLER MIT DEM URPHÄNOMEN DURCH VERMANNIGFALTIGUNGS-METAMORPHOSEN VERBUNDENEN FOLGE-PHÄNOMENE UND PHÄNOMEN-FOLGEN.

Bei GOETHE birgt der Begriff URPHÄNOMEN eine über-sensuelle, geistige Komponente, welche – die ursprüngliche Bedeutung von tò phainómenon (= grch. das sinnlich-wahrnehmbar Erscheinende) überschreitend – auch das geistig-ideelle Erscheinungs-URPRINZIP einbezieht.

Die mit Hilfe der URVERSUCHSANORDNUNG sich manifestierenden URVERSUCHS-PRINZIPIEN (LICHT und FINSTERNIS gehören beispielsweise zu derartigen "PRINZIPIEN") treten in Form eines URPHÄNOMENS in Erscheinung, so dass auf Grund vorangegangener VERMANNIGFALTIGUNG das URVERSUCHSERGEBNIS in der Form: Wenn ... dann ..., weil ... ausgesprochen werden kann (vgl. S 54)

Das exakt formulierte und in Laut-, Schrift- oder Bildsymbol-Zeichen unmissverständlich wiedergegebene URVERSUCHSERGEBNIS, welches mittels eines URPHÄNOMENS vor Augen geführt wird, kann in der Form eines OBJEKTIVEN NATURGESETZES ausgesprochen werden, wobei nicht nur einsichtig zu machen ist, *dass* etwas *so und nicht anders* in Erscheinung tritt, sondern auch geklärt und *er-klärt* wird, *warum* dies der Fall ist und weshalb der Sachverhalt *nicht anders sein kann.*

GOETHE war bemüht, auch gegenüber der *qualitativen Seite physikalischer Phänomene* jenes *Erkenntnis-, Erklärungs-* und *Beweisverfahren* anzuwenden, das im Bereich der *geometrischen "Phänomene"* gehandhabt wird, wo "nichts hinter den Phänomenen gesucht wird" und nichts postuliert wird, was nicht durch die geometrischen Erscheinungsgegebenheiten selbst gerechtfertigt wäre. Hier verläuft der Erkenntnisvorgang *ideell und sensuell* ganz *innerhalb des Phänomen-Zusammenhanges.* Das *Denken* bedient sich dabei zu Erklärungs- und Beweiszwecken *rein geometrischer Kategorial-Begriffe,* die den *geometrischen Phänomenen "adäquat" sind. Geometrische Erklärungen sind immer erläuternde Hinweise dazu, wie das ideell Einfachere oder Einfachste im ideell Zusammengesetzteren* wirksam in Erscheinung tritt.

GOETHES "BEITRÄGE ZUR OPTIK" *verkörpern* – diesem Erkenntnis-Ideal gemäss – *reine Farben-"Geometrie"*, deren *methodischer Aufbau in sich begrifflich konsequent ist und einen objekt-* und *logosgemässen systematischen Ordnungszusammenhang aufweist.* Goethes Licht- und Farbenlehre ist – wenn auch nicht äusserlich-formal (im Gewande von Zahlen und Formeln) –, so doch *inhaltlich-methodisch reiner, qualitativer Licht- und Farb-Mathematismus.*

Vergleichende Gegenüberstellung

Wenn man geneigt ist, das Ergebnis schöpferischer geistig-seelischer Betätigung nicht nur jeweils mit einem blossen JA oder NEIN zu bewerten, sondern als Ausdruck und Ergebnis der zugrundeliegenden Bewusstseinssituation, Seelenverfassung und Denkhaltung zu verstehen, dann kann das *lichtwissenschaftliche Lebenswerk* GOETHES neben dem *lichtwissenschaftlichen Lebenswerk* NEWTONS folgendermassen gekennzeichnet und verständlich gemacht werden:

BEWUSSTSEINSSITUATION welche zugrundelag	**DEM WERKE NEWTONS**	**DEM WERKE GOETHES**
	Analysierender Verstandestätigkeit	*Synthetisierender Vernunftstätigkeit*
Übergewicht	*Diskontinuierlich atomistischer Vorstellungsweise*	*Kontinuierlich ganzheitsbezogener Vorstellungsweise*
	Abstrakt schlussfolgernder Denkhaltung	*Gegenständlich-konkreten, imaginativ-synoptischen Denkvermögens*
Neigung zur	*Bildung selbsterstellter hypothetischer Scheinbild-Vorstellungen*	*Streben nach Erkenntnis der geistig-ideellen Wesens-Zusammenhänge*
Verwirklichung	*Wissenschaftlichen Begriffs-Nominalismus*	*Wissenschaftlichen Begriffs-Realismus*
Seelische Grundtendenz	*Willens- und Machtimpuls im Erkenntnisbereich (Wissen ist Macht)*	*Wahrheits- und Liebesimpuls im Erkenntnisbereich (Erkenntnis verpflichtet)*
Folgewirkung	*Macht-Wissen ermöglicht geistige und physische Herrschaft und autoritäre Diktatur*	*Wesenserkenntnis begründet Geistesfreiheit und soziale Gemeinschaft (Team-working und result-dealing)*

Die Auswirkungen für den Wissenschaftsbereich der Optik

Wenn wir vom mehr geistes- und bewusstseinsgeschichtlichen bzw. wissenschafts- und erkenntniskritischen Aspekt absehen, oder gar die heute möglichen und naheliegenden wissenschaftlich-technisch-industriellen Bewertungsmassstäbe zurückstellen, dann verbleibt die grundsätzliche, klärungswerte Fragestellung: *Welche Kernproblematik lässt sich aus der wissenschaftlichen Divergenz Goethe – Newton herausschälen – welche zentrale, wesentliche Anschauungsverschiedenheit liegt letztlich vor – welche Letztauswirkungen ergeben sich für das Grundvorstellungssystem der Wissenschaft von Licht, Farbe* und *Finsternis?*

Das Ergebnis kann am besten an Hand folgender SCHAUBILD-GEGENÜBERSTELLUNG gekennzeichnet werden:

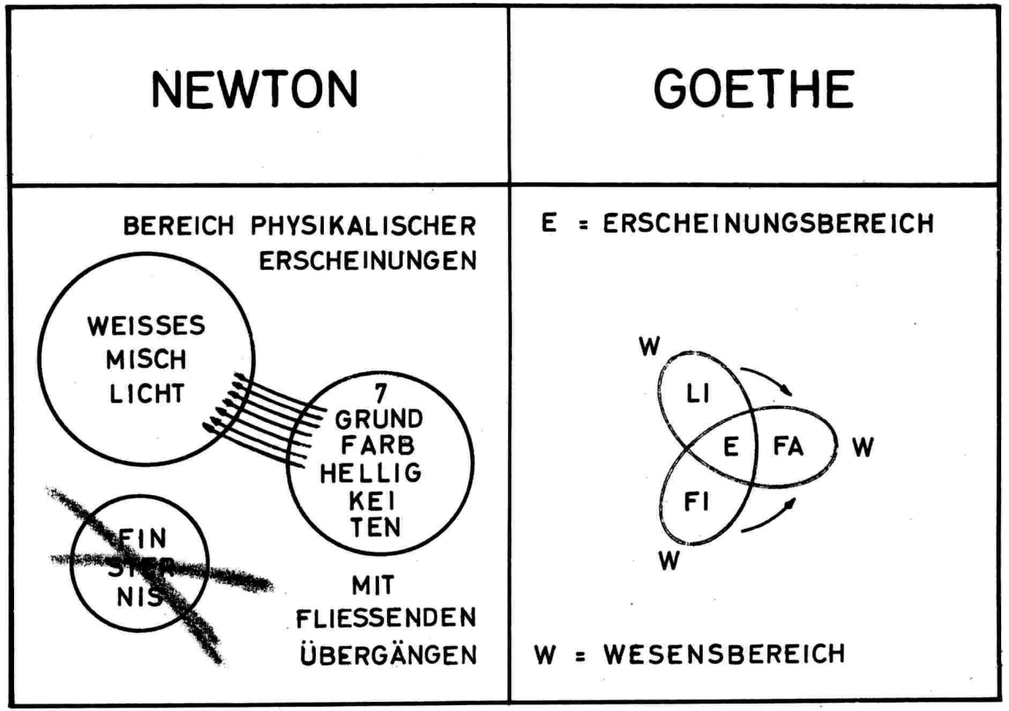


Abb. 25

Weisses Licht ist die additive Mischung aller elementaren Farb-Licht-Qualitäten – Finsternis ist blosse Abwesenheit physikalischer Licht (Strahlungs)-Wirkungen

Farberregende Lichtstrahlungen sind die von Urbeginn an existierenden (Mischungs-) Komponenten des Sonnelichtes, welche gemeinsam im Auge den Eindruck "weiss" erregen

Den Farblichstrahlen eignet nicht objektives Farbigsein, sondern die Fähigkeit, im wahrnehmenden Subjekt einen spezifischen Farbeindruck zu "erregen"

Die Urgegebenheiten der Optik sind

Die unendliche Anzahl monochromatischer Farblichtstrahlen, durch deren Zusammensetzung und Trennung die Vielfalt optischer Erscheinungen bedingt wird

Licht und Finsternis sind kosmo-, hylo- und chromatogenetisch wirksame Weltenrealitäten und polar wirksame physikalische Seins-Gegebenheiten

Farbe ist immer das Ergebnis einer farbgenetischen Wechselwirkung von Licht und Finsternis

Farben sind im qualitativen Bereich der Sicht-Phänomene ebenso o b j e k t i v e Gegebenheiten wie Ausdehnung und Gewicht im Bereich des Quantitativen

Die Urgegebenheiten des Licht/Farb/Finsternis – Objektbereiches sind

Der hell/dunkel Niveau-Unterschied und der Niveau-Unterschied optischer (Stoff-) Dichte

Zusammenfassung

Der entscheidende Unterschied zwischen dem ANSCHAUUNGS-, FORSCHUNGS-, EXPERIMENTAL- und BEWEIS-VERFAHREN GOETHES und demjenigen NEWTONS liegt

1. im experimentalmethodischen Vorgehen,
2. in der ideellen und experimentellen Bewertung des *LICHTES* als physikalischer Gegebenheit und
3. in der ideellen und experimentellen Bewertung der *FINSTERNIS* als physikalischer Gegebenheit.

Die Entscheidung über die *Richtigkeit* und *Zulänglichkeit* oder *Unrichtigkeit* und *Unzulänglichkeit* des *Goetheschen* und *Newtonschen begrifflichen Grundordnungssystems zur Licht-* und *Farbenlehre* wird also – paradoxerweise – letztlich angesichts der FINSTERNIS gefällt.

Die Klärung der Frage nach dem WESEN und der WIRKSAMKEIT von LICHT und FINSTERNIS ist von eminenter Bedeutung und Tragweite. Vor allem für unsere Anschauung über SEIN und WERDEN von WELT, ERDE und MENSCH.

Um des MENSCHEN UND SEINER ZUKUNFT WILLEN ist sie einer wissenschaftlich exakten und voraussetzungslosen Klärung wert.

Hier scheint der Vergleich angebracht, dass ERKENNEN und NICHT-ERKENNEN (NICHTERKENNEN-WOLLEN oder NICHTERKENNEN-KÖNNEN, d.h. IRREN) im geistig-seelischen Bereich in ähnlichem Verhältnis zueinander stehen, wie LICHT und FINSTERNIS im Raum-Zeit-Stoff – Bereich der Optik. Man sollte sich möglichst lebendig vergegenwärtigen, was es bedeutet, wenn man die Existenz der *Finsternis* – und sei es auch nur als *physikalischer Gegebenheit* – ex kathedra negiert. Die licht- und erkenntnisscheuen Intentionen der Weltenfinsternis, die Wirkungsmöglichkeiten und Wirkungsweisen alles *Dunklen,* sind um so ergiebiger, je mehr sie sich der *Einsicht und Erkenntnis* des Menschen entziehen. Nur den im Geistigen, Seelischen und Physischen wirksamen Finsternismächten der Welt ist nicht daran gelegen, diese Einsicht und Erkenntnis zum Allgemeingut der Menschheit werden zu lassen.

Noch einiges zum Thema "Finsternis"

Für die rein quantitativ vorgehende *physikalische Optik* und für die Herstellungspraxis *optischer Instrumente* spielt die *Finsternis* gleichsam nur am Rande eine Rolle . . . wenn es um Fragen der Linsenrand-Abblendung, der Streulichtverhütung, um die Verminderung stoffbedingter Reflexionsverluste an Linsen, Prismen, Filtern usw. geht.

Hingegen werden mit dem *infra- und ultraoptischen Sektor der Strahlungsphysik* in weitem Umfang die *physikalischen Strukturen des Finsternis-Bereichs* erforscht und dessen Wirkungen gehandhabt, ohne dass sich – seit und wegen NEWTON – die Physik dessen voll bewusst wäre. Hier ist die *Finsternis* also nicht *experimental-praktisch,* sondern nur *nominell und erkenntnismässig* ausser Betracht geblieben – jedoch mit all den Risiken und Gefahren, die sich aus der Handhabung entdeckter aber undurchschauter Naturkräfte für den "Zauberlehrling" ergeben.

Geradezu unerlässlich ist die erkenntnismässige Berücksichtigung der *Finsternis* als einer *zum Licht polaren und komplementären* wirklichen, wirkenden und im Physischen wirksamen *Weltenentität* im Bereich einer logosgemässen *Kosmologie*

und *Hylo-Genealogie* (hylé = grch. Stoff, genesis = grch. Entstehung). Denn ohne das wirklichkeitsgemässe Durchschauen der *Welten-Urpolarität* LICHT – FINSTERNIS können weder die Entwicklungsabläufe des *materiellen Welten-Werdens* noch die *leibliche Metamorphose des Menschen,* gleichgültig ob in phylogenetischer oder ontogenetischer Hinsicht, verstanden werden.

GOETHES GRUNDANLIEGEN ZUR LICHT- und FARBWISSENSCHAFT ist also – genau besehen – nicht so sehr *quantitätswissenschaftlich-technisch-industrieller und ökonomischer* Art (obwohl auch dem naturforschenden Künstler Goethe die "Beihilfe des Messkünstlers" sehr erwünscht war), sondern von entscheidender Bedeutung im Bereich der *Wesenserkenntnis, Weltanschauung, Kosmologie, Religion, Ethik, Pädagogik, Lebenskunde, Entwicklungslehre, Therapie und selbstverständlich auch im Bereich des Künstlerischen.*

Die Richtigkeit der Goetheschen Anschauung von LICHT/FARBE/FINSTERNIS wird durch die Beantwortung der Frage entschieden: *Existiert in der Welt ausser dem Licht* auch die *Finsternis* als physikalische, physiologische, psychologische Gegebenheit, Wirksamkeit und Wirklichkeit und in welcher Art ist die *geistig-seelisch-physisch bzw. physikalisch* wirksam?

Fragen – Probleme – Einwände – Gegenargumente – Bestätigungen

VON NEWTON ZU GOETHE

Angesichts der Erfolge, welche die moderne physikalische Optik aufzuweisen hat, könnte sich ein Fachphysiker zur Gegenfrage veranlasst sehen: *Sind Goethes naturwissenschaftliche Beiträge zur Optik und Farbenlehre überhaupt noch wissenschaftlich aktuell?* Sind es nicht von Schülern und Verehrern künstlich am Leben erhaltene Anachronismen? Gleichsam leblos gewordene Galläpfel am grünenden Baum der physikalischen Optik, die man aus Pietät hegt und pflegt, statt daraus Tinte zu machen für . . . Kommentare zur Kybernetik und Lasertechnik.

Der Aufforderung VON NEWTON ZU GOETHE könnte als gewichtiger Einwand die Maxime entgegengehalten werden: *Von Newton* (ohne und trotz Goethe) *zu Einstein und Planck* bzw. *zu Abbe und Zeiss! Von Cambridge zum Mt. Palomar – aber von Weimar zum Burgtheater. Suum cuique!*

Der kritische Goetheanist des 20. Jahrhunderts steht in der Tat vor der schwerwiegenden und ernstzunehmenden Aufforderung, sich mit der Frage auseinanderzusetzen: *Sind Goethes Arbeiten zur Licht- und Farbenlehre* – obwohl methodologisch höchst interessant und pädagogisch nach wie vor wertvoll – nicht durch den tatsächlichen Verlauf der wissenschaftlich-technischen Entwicklung so weit überrundet worden, dass Goethes Beiträge zur Optik heute höchstens noch das Interesse des Historikers beanspruchen können? Leistungen, die ebenso der wissenschaftlichen Vergangenheit angehören, wie das ptolemäische Weltsystem oder die aristotelische Vorstellung über den menschlichen Blutkreislauf.

Die wohlbegründete Antwort kann hier nur klar und eindeutig lauten:
Es war und ist möglich, auf der Grundlage einer rein quantitativ vorgehenden theoretischen, experimentellen und praktischen Optik unübertreffliche Fernrohre, Planetarien, Mikroskope, Hochleistungsbogenlampen, Laser usw. von höchster optischer Vollkommenheit und unübertrefflicher technischer Präzision, ja sogar in vollendeter Formschönheit, zu erstellen . . .
Ohne über das eigentliche, tiefere Wesen von Licht und Finsternis auch nur andeutungsweise Bescheid zu wissen.

Und zwar zwangsläufig, denn die quantitativ vorgehende Naturwissenschaft hat es bewusst vermieden, sich das Stellen der Wesensfrage zum Erkenntnisanliegen zu machen.

Damit ist jener Erkenntnis- und Sachbereich klar umrissen, innerhalb dessen GOETHE unverändert aktuell ist, ja – im Grunde – heute aktueller denn je zuvor.

Hier besteht allerdings so lange die akute Gefahr, missverstanden zu werden, als – vergleichsweise gesprochen – dem *hochspezialisierten Baustoffexperten* seine partielle *"Formenblindheit"* gegenüber den wissenschaftlich exakt erforschbaren *Formengesetzlichkeiten der Baukunststile in Raum und Zeit* nicht zu Bewusstsein gekommen und Gegenstand echter Selbstbesinnung geworden ist. Selbst-Besinnung darüber, was DAS SELBST und was DIE WELT zur EXAKTEN WISSENSCHAFT beiträgt.

E 25

Quantitätswissenschaft: Qualitätswissenschaft = Baumaterialienkunde: Baustilkunde

Das Teilgebiet der *quantitativ orientierten Naturwissenschaft* verhält sich zu einer notwendigen, möglichen und in Entfaltung begriffenen, *qualitativ ausgerichteten, morphologisch orientierten physikalischen Natur-Wesens-Wissenschaft* wie die *Baustoffkunde zur Baustilkunde.*

Die durch eine quantitativ ausgerichtete Wissenschaft ermöglichten Riesenarsenale *technischer Präzisionsinstrumente* sind im Rahmen des modernen wissenschaftlichen und praktischen Alltags zweifellos unentbehrlich gewordene Hilfsmittel unseres Zivilisationsbetriebes. Aber auch die Erkenntnis

wem sich der Geist des Alls nicht frei im Denken offenbart, der zwingt ihn nicht herbei mit Hebeln oder Schrauben

ist keineswegs nur Ausdruck einer pathologischen Aversion gegenüber quantitätswissenschaftlichen und feinmechanischen Glanzleistungen und ein bloss hymnisches Dichterbekenntnis, sondern eine erkenntnistheoretisch und wissenschaftsmethodisch begründete Einsicht, welche die Bedeutung des geistig produktiven und intuitiv begnadeten *naturwissenschaftlichen Ingeniums* richtig abgrenzt gegenüber dem (zweifellos wertvollen) Experimentalinstrumentarium, dessen sich der forschende Wissenschaftler als eines Erkenntnishilfsmittels souverän bedient.

Einer der grössten und umfassendsten GOETHE-Kenner und Goetheanisten unserer Zeit, Dr. Rudolf STEINER (1861–1925), vermochte schon zu Beginn unseres Jahrhunderts aus der Überschau eines geistig überragenden Standpunktes folgende überraschende Erkenntnis zu vermitteln.

"Es ist heute viel die Rede von der fruchtbaren Entwickelung der Naturwissenschaften im neunzehnten Jahrhundert. Ich glaube, man kann mit Recht nur von *bedeutungsvollen naturwissenschaftlichen Erfahrungen* sprechen, die gemacht worden sind, und von einer *Umgestaltung der praktischen Lebensverhältnisse* durch diese Erfahrungen. Was aber die Grundvorstellungen betrifft, durch welche die moderne Naturanschauung die Erfahrungswelt zu BEGREIFEN sucht, so halte ich diese für un-

gesund und einem energischen Denken gegenüber für *unzulänglich*".

"Man muss nur den Mut haben, sich alles das gegenüber der Naturwissenschaft der Gegenwart zu gestehen, trotz der gewaltigen, bewunderungswürdigen Errungenschaften, die dieselbe Naturwissenschaft auf *technischem Gebiet* zu verzeichnen hat. Denn diese Errungenschaften haben mit dem *wahrhaften Bedürfnis nach Natur-Erkenntnis nichts zu tun.* Wir haben es ja gerade an Zeitgenossen erlebt, denen wir Erfindungen verdanken, deren Bedeutung für die Zukunft sich noch lange gar nicht einmal ahnen lässt, dass ihnen ein tieferes *wissenschaftliches* Bedürfnis abgeht. Es ist etwas ganz anderes, die Vorgänge der Natur zu beobachten, um ihre *Kräfte in den Dienst der Technik zu stellen,* als mit Hilfe dieser Vorgänge tiefer in das Wesen der Natur wissenschaftlich hineinzublicken suchen.

Wahre Wissenschaft im höheren Sinne des Wortes hat es nur mit *ideellen Objekten* zu tun; sie kann nur *Idealismus* sein. Denn sie hat ihren letzten Grund in *Bedürfnissen, die aus dem Geiste stammen.*

Wissenschaftliche Fragen sind . . . wesentlich eine Angelegenheit, die der *Geist* mit sich selbst auszumachen hat. Sie führen ihn nicht aus seinem Element heraus. Das Gebiet aber, in welchem – als in seinem ureigenen – der Geist lebt und webt, ist die *Idee,* ist die *Gedankenwelt.* Gedankliche Fragen durch gedankliche Antworten erledigen, gemeint ist: objektgerecht (er-)klären, das ist wissenschaftliche Tätigkeit im höchsten Sinne des Wortes. Und alle übrigen wissenschaftlichen Verrichtungen sind zuletzt nur dazu da, diesem höchsten Zwecke zu dienen".

Diese Gedankengänge werden von Dr. Hans Erhard Lauer, einem der bedeutendsten Schüler und Interpreten Rudolf Steiners, in dem höchst lesenswerten Buch *die Wiedergeburt der Erkenntnis,* Freiburg i.Br. 1946, folgendermassen ergänzt und ausgeführt.

"Das *Erkennen* hatte . . . in dem Masse, als es aufgehört hatte *Wesens*-Erkenntnis zu sein, aufgehört, überhaupt Erkenntnisziele anzustreben und sich in den Dienst praktischer Ziele gestellt. Diese konnten aber für es selbst gar keine andern sein als die der Denk-*Ökonomie.* Wenn es schon Denkaufgaben gab, so war die beste Lösung derselben diejenige, die mit dem geringsten Aufwand an Mitteln und Kräften des Denkens erreicht wurden, denn desto mehr standen für diejenige des eigentlichen Handelns zur Verfügung. Und auf diese kam jetzt alles an. Schon einer der ersten Herolde der modernen Forschung, Fr. BACON, hatte als deren letztes Ziel die *Naturbeherrschung* bezeichnet. Er prägte das Wort "Wissen ist Macht"/die Aspekte: Blosses *Wissen* ermöglicht und verführt zu Macht-Missbrauch – *Erkenntnis verpflichtet* zu erhöhter Verantwortlichkeit . . . ausser acht lassend d.V./.

Je mehr in der weiteren Entwickelung der neueren Naturwissenschaft das ERKENNTNIS-Ideal zurücktrat, desto mehr drängte sich in der Tat das MACHT-Ideal in den Vordergrund. Anstatt dem *Wissen* diente sie dem *Können,* anstelle der *Wahrheit* trat als ihr Leitstern die *Nützlichkeit,* an die Stelle des *Geistes* traten als ihre Auftraggeber *Technik, Wirtschaft* und *Staat.*

Eine *Theorie* erschien schon *annehmbar,* wenn sie – abgesehen von möglichster Einfachheit – die Erscheinungen, auf die sie sich bezog, *technisch zu beherrschen* ermöglichte. Nun hat die neuere Forschung ja auch zu einer ungeahnt weitgehenden technischen *Handhabung* der Natur-*Kräfte* geführt. Und diese Tatsache verleitet heute noch vielfach zu dem Glauben, dass sie die betreffenden Naturkräfte auch *erkenntnis-mässig* durchdrungen habe. Dieser Glaube ist aber ein Irrtum. Denn eine Naturkraft *technisch verwerten und handhaben* und sie in ihrem *Wesen erkennen* sind zwei ganz verschiedene Dinge. Um das erstere zu können, ist nichts weiter nötig, als gewisse *quantitative Zusammenhänge* zwischen verschiedenen Beobachtungs- und Experimental-Tatsachen zu kennen.

Aus solcher *Kenntnis* heraus hat die moderne Naturforschung in erstaunenswertem Masse Naturkräfte in den Dienst des Menschen zu stellen verstanden; sie *weiss* aber durchaus nicht, was das ist, das sie so "beherrscht". Daher hat sich diese Beherrschung ja auch je länger, desto mehr als eine recht fragwürdige herausgestellt. Heute jedenfalls kann es nicht mehr zweifelhaft sein, dass die Gewalten, welche die Menschheit in der modernen Technik, ebensosehr entfesselt wie in ihren Dienst gestellt hat, ihrerseits eine viel mächtigere Herrschaft über den Menschen selbst erlangt haben".

Die Situation der Naturwissenschaft an der Schwelle zum dritten Jahrtausend

Um die Erkenntnissituation der modernen, quantitativ vorgehenden und materialistisch orientierten Naturwissenschaft im Bereich des Anorganischen zu beleuchten und gleichzeitig die Bedeutung und *Erkenntnis*-Aufgabe eines zeitgemässen *Goetheanismus,* einer *qualitativ orientierten und quantitativ fundierten physikalischen Morphologie und Metamorphologie,* in aller Deutlichkeit vor Augen zu führen, darf abschliessend noch ein geistig profilierter Naturwissenschaftler der Gegenwart zu Worte kommen, der nicht nur im Bereich der quantitativ orientierten Naturforschungsströmung eine echte Autorität verkörpert, sondern auch ein ausgezeichneter Kenner des Naturwissenschaftlers GOETHE ist.

Prof. Dr. W. HEITLER, Zürich, erläutert in seinem richtungweisenden Buch "Der Mensch und die naturwissenschaftliche Erkenntnis" Braunschweig 1961 (Verlag Friedr. Vieweg & Sohn):

"Der jetzige Standpunkt der Wissenschaft wird sich kaum auf die Dauer aufrecht erhalten lassen, wenn wir uns nicht für immer beschränken und auf das Verständnis alles QUALITATIVEN verzichten wollen.

Es dürfte gegenwärtig noch äusserst schwierig sein, die Brücke zwischen der jetzigen quantitativen Wissenschaft und dem Qualitätenbereich zu schlagen, besonders wenn man bedenkt, wie sehr wir alle in der Denkrichtung der heutigen Forschung 'eingefahren' sind. Und doch handelt es sich hier um eines der wichtigsten und grundlegendsten Probleme der Wissenschaft.

Ein Schluss lässt sich aus unseren Betrachtungen mit Sicherheit ziehen: nämlich der, dass unsere jetzigen wissenschaftlichen Methoden prinzipiell begrenzt sind. Wir haben uns die Grenzen selbst auferlegt. Selbst wenn wir annehmen wollten, dass die Begriffe FARBE, TON, GERUCH usw. nur in einem Lebewesen sinnvoll sind, während die Welt um uns herum nur aus messbaren Gebilden besteht, dann stehen wir zwar nicht vor einem physikalischen, wohl aber vor einem biologischen Problem. Auf keinen Fall kann dann die Biologie lediglich mit der Auffindung physikalisch-chemischer Vorgänge im lebendigen Körper auskommen. Sicher ist also eine KAUSAL-QUANTITATIVE WISSENSCHAFT kein vollständiges Bild, also kein "Welt"-

bild. Sie gibt ein Teilbild, nur *einen* Aspekt der Welt, eine Art *Projektion der Welt auf eine kausal-quantitative Ebene,* wie etwa eine Photographie eine Projektion der dreidimensionalen Landschaft auf die Papierebene ist. Mindestens eine Dimension, sozusagen, fehlt dabei.

Aus diesem kausal-quantitativen Projektionsbild der Welt ist fast jedes menschliche Element bewusst eliminiert worden. .....
Die Wissenschaft ist auch stolz auf diese Loslösung von allen /subjektoid- d.V./ menschlichen Elementen. Das Wort "anthropomorph" ist in der Wissenschaft zum Schimpfwort geworden. Selbstverständlich ist es gerade diese bewusst nicht-anthropomorphe Haltung, die die erfolgreiche Erforschung der kausal-quantitativen Seite der Welt ermöglicht und hier die grossartigsten Erkenntnisse zutage gefördert hat. Solange wir uns bewusst sind, dass es sich dabei *nur um ein 'Projektionsbild' handelt,* würde kaum eine wesentliche Gefahr bestehen. Die Gefahr liegt aber in einer Überbewertung des Quantitativen, wie in der Überbewertung des Kausalen. Es scheint eine allgemein menschliche Tendenz zu sein, verallgemeinern zu wollen. Wie oft ist schon aus einigen richtigen Erkenntnissen oder Entdeckungen eine ganze verpflichtende Weltphilosophie geworden! So auch hier. Auch der quantitative Aspekt dringt in Sphären ein, in die er nicht gehört, und möchte sich als das einzige, was wissenschaftlich ist, ausgeben. Der grosse Erfolg und das daraus folgende grosse Prestige der Wissenschaft verleiten zu einem wissenschaftlichen *'Weltbild'.* Dieses ist nun die weitverbreitete mechanistisch-materialistische Weltauffassung (auch wenn wir unsere Anhängerschaft zu dieser Philosophie nicht immer gern eingestehen).

Die Welt, einschliesslich der Lebewesen, wird zu einer sinnlosen, mechanisch-quantitativ ablaufenden Maschine, die einmal da ist und an der sich nichts ändern lässt. Aber diese Auffassung bedeutet nicht nur eine Überbewertung des Quantitativen, sondern gleichzeitig auch eine Abwertung von allem, was nicht nur quantitativ ist, also auch des MENSCHEN, im Extremfall eine Abwertung auf den absoluten Nullpunkt. Der Mensch, quantitativ betrachtet, besteht aus sehr interessanten Chemikalien, mit noch interessanteren Funktionen und Reaktionen – aber er ist dann kein MENSCH mehr.

Ein "Welt"bild der Physik gibt es also nicht. Jeder Versuch, die jetzige Wissenschaft zum WELTBILD zu machen, muss zu einer Unterdrückung des Menschen führen – oder zu einer Art Schizophrenie (im populären Sinn des Wortes): Unsere Weltanschauung ist wissenschaftlich, das heisst mechanistisch-materialistisch – unser Leben aber ist das Gegenteil davon. Wir können nicht eine mechanistische Weltanschauung vertreten und gleichzeitig von FREIHEIT reden.

Nachdem wir nun erkannt haben, dass die kausal-quantitative Wissenschaft nur ein "Projektionsbild" der Welt beschreibt, entsteht natürlich die Frage, WIE DIESES TEIL-BILD WEITER IN DIE FEHLENDEN DIMENSIONEN FORTGESETZT WERDEN KÖNNTE.

Offenbar bestehen Räume, die wissenschaftlich bis jetzt kaum oder gar nicht betreten sind. In diesen Räumen muss alles vorkommen, was NICHT quantitativ ist, also auch die Farb-QUALITÄTEN, Ton-, Geruchs-QUALITÄTEN usw., es muss auch alles vorkommen, was sich überhaupt auf den Zusammenhang von physikalisch-chemisch-materiellen Vorgängen mit dem menschlichen und tierischen Innenleben bezieht – und vieles mehr".

Die quantitativ orientierte Wissenschaft des Physikalisch-Anorganischen "kann sich nicht rühmen" – so fährt Prof. Heitler fort – "über diese Dinge schon etwas Wesentliches zu wissen".

Rückblicke – Vergleiche – Ausblicke

1893

". . . als ich /1893/ vom Frankfurter Freien Hochstift aufgefordert wurde, einen Vortrag über Goethes Naturwissenschaft zu halten, sagte ich dazumal in der Einleitung, dass ich mich darauf beschränken müsse, mehr über die Beziehungen Goethes zur *organischen Naturwissenschaft* zu sprechen. Denn dasjenige, was Goethesche Weltanschauung ist, heute schon hineinzutragen etwa in die *physikalische* und *chemische Anschauung,* das ist schier eine Unmöglichkeit, weil einfach die Physiker und Chemiker heute dazu verurteilt sind, durch alles das, was in Physik und Chemie lebt, das von GOETHE ausgehende geradezu als eine Art Unsinn anzusehen, als etwas, wobei sie sich nichts vorstellen können. Und ich meinte damals, man müsse abwarten, bis Physik und Chemie *durch ihre eigene Forschung* gewissermassen dahin geführt werden einzusehen, wie der *Grundbau ihres wissenschaftlichen Strebens sich selber ad absurdum führt.*

Dann werde die Zeit gekommen sein, wo auch auf dem Gebiete der Physik und Chemie Goethesche Ansichten Platz greifen können".

Dr. Rudolf Steiner in einem Vortrag am 23.12.1919

1969

Es scheint, "als ob die Hochenergiephysik eine Art Endsituation erreicht habe, in der die Frage nach der Zusammensetzung der Materie eine zwar unvorhergesehene, doch befriedigende Antwort erhalten könnte. Sie lautet:
Es gibt keine Elementarteilchen im Sinne von "letzten Bausteinen" – es gibt doch Elementarteilchen, und zwar unendlich viele verschiedene . . . und jedes besteht aus . . . allen anderen".

Die Frage nach dem 'letzten Baustein' unserer Welt hat die Physik in eine Sackgasse geführt. Vielleicht war sie falsch gestellt. Wahrscheinlich gibt es keine Elementarteilchen im Sinne von 'LETZTEN Bausteinen', doch gibt es unendlich viele verschiedene, von denen jedes aus allen anderen besteht:

ELEMENTARTEILCHEN bestehen aus

Prof. Dr. Rolf Hagedorn, in SIEDENDE URMATERIE – "Bild der Wissenschaft" 12/ 1969, DVA Stuttgart 1969

1957

" . . . das PAULIsche Ausschliessungsprinzip kann nur dahingehend interpretiert werden, dass die Elektronen substanzlos sind. Ein Elektron *besteht aus seinen Qualitäten und sonst aus nichts.* Es besitzt keinen inneren unveränderlichen Kern, der seine Identität aufrechterhält und wie ein Kleidergestell mit seinen Qualitäten behängt ist. Und darum können wir niemals von einem Elektron behaupten, dass wir 'demselben' Teilchen bereits früher einmal begegnet sind. Diese 'Entstofflichung' der elementaren Teilchen ist ein ausserordentlich wichtiger Zug der heutigen Physik.

Die Physik geht also darauf aus, die *tote Materie* aus ihrem Weltbild zu tilgen und *durch ein lebendiges Spiel von Formen zu ersetzen".*

Prof. Dr. Arthur March, DAS NEUE DENKEN DER MODERNEN PHYSIK, Hamburg 1957

1891

"Einer ganz verfehlten Auffassung des Zeitbegriffes verdankt der BEGRIFF DER MATERIE seine Entstehung. Man glaubte die Welt zum wesenslosen Schein zu verflüchtigen, wenn man der veränderlichen Summe der beobachtbaren Geschehnisse nicht *ein in der Zeit Beharrendes,* ein *Unveränderliches* untergelegt dächte, das *bleibt,* während seine Bestimmungen *wechseln.* Aber die Zeit ist ja nicht ein Gefäss, in dem die Veränderungen sich abspielen; sie *ist nicht vor den Dingen und ausserhalb derselben da.*
Die Zeit ist der sinnenfällige Ausdruck für den Umstand, dass die Tatsachen ihrem Inhalt nach voneinander in einer Folge abhängig sind.

Nehmen wir an, wir hätten es mit dem wahrnehmbaren Tatsachenkomplex $a_1b_1c_1$ ... zu tun. Von diesem hängt mit innerer Notwendigkeit der andere Komplex $a_2b_2c_2$ ... ab; ich sehe den Inhalt dieses letzteren ein, wenn ich ihn IDEELL aus dem ersteren hervorgehen lasse. Nun nehmen wir an, beide Komplexe treten */sinnlich wahrnehmbar/* IN ERSCHEINUNG. Denn was wir früher besprochen haben, ist das ganz unzeitliche und unräumliche Wesen dieser Komplexe. Wenn $a_2b_2c_2$ ... in der Erscheinung auftreten soll, dann muss $a_1b_1c_1$ ... ebenfalls Erscheinung sein, und zwar so, dass nun $a_2b_2c_2$ ... auch in seiner Abhängigkeit davon erscheint. Das heisst: Die Erscheinung $a_1b_1c_1$ ... muss da sein, der Erscheinung $a_2b_2c_2$ ... Platz machen, worauf die letztere auftritt. Hier sehen wir, dass die Zeit erst da auftritt, wo das WESEN einer Sache in die ERSCHEINUNG tritt. Die Zeit gehört der Erscheinungswelt an. Sie hat mit dem Wesen selbst noch nichts zu tun. Dieses Wesen ist nur *ideell* zu erfassen. Nur wer diesen Rückgang von der Erscheinung zum Wesen in seinen Gedankengängen nicht vollziehen kann, der hypostasiert die Zeit als ein den Tatsachen vorhergehendes. Dann braucht er ein Dasein, welches die Veränderungen überdauert. Als solches fasst er die *unzerstörbare Materie* auf. Damit hat er sich ein Ding geschaffen, dem die Zeit nichts anhaben soll, ein in allem Wechsel Beharrendes. Eigentlich hat er aber nur sein Unvermögen gezeigt, von der zeitlichen Erscheinung der Tatsachen zu ihrem Wesen vorzudringen, das mit der Zeit nichts zu tun hat. Kann ich denn von dem *Wesen* einer Tatsache sagen: *Es entsteht* oder *vergeht?* Ich kann nur sagen, dass ihr Inhalt einen anderen bedingt, und dass dann diese Bedingung als Zeitenfolge erscheint. DAS WESEN EINER SACHE KANN NICHT ZERSTÖRT WERDEN, denn es ist ausser aller Zeit und bedingt selbst die letztere. Damit haben wir zugleich eine Beleuchtung auf zwei Begriffe geworfen, für die noch wenig Verständnis zu finden ist, auf WESEN und ERSCHEINUNG. Wer diese Sache in unserer Weise richtig auffasst, der kann nach einem Beweis für die *Unzerstörbarkeit des Wesens einer Sache* nicht suchen, weil die Zerstörung den *Zeitbegriff in sich schliesst,* der mit dem Wesen nichts zu tun hat.

Das sinnenfällige Weltbild /d.h. die Welt der Erscheinungen einschliesslich des makro- und mikrophysikalischen Phänomenbereichs – d.V./ *ist die Summe sich metamorphosierender Wahrnehmungsinhalte ohne eine zugrundeliegende Materie".* Vgl. S. 65: ". . . es gibt keine Elementarteilchen im Sinne von letzten /Materie-/ Bausteinen . . . " ". . . Elementarteilchen bestehen aus Elementarteilchen . . . "

"Mit der obigen Ausführung ist natürlich nur jener *Begriff* der Materie getroffen, den die Physik ihren Betrachtungen zugrundelegt und den sie mit dem alten, ebenfalls unrichtigen *Substanzbegriff der Metaphysik* identifiziert. Etwas anderes ist die *Materie als das den Erscheinungen* /hypothetisch – d.V./ *zugrundegelegt . . . Reale* /bzw. Real-seinsollende – d.V./, etwas anderes die Materie *als Phänomen, als Erscheinung.*

Auf den ersteren Begriff allein geht unsere kritische Betrachtung. Der letztere wird durch sie nicht berührt, denn wenn ich *das den Raum erfüllende "Materie" nenne,* so ist das bloss ein *Wort* für ein *Phänomen,* dem keine höhere Realität als anderen Phänomenen zugeschrieben wird".

Dr. Rudolf Steiner, *Goethes naturwissenschaftliche Schriften,* Stuttgart 1962

1957

"Die 'Entsubstanzialisierung' der letzten Materieteilchen wird ohne Zweifel die weltanschauliche Haltung der künftigen Naturwissenschaften entscheidend beeinflussen, denn es ist klar, dass eine Physik, die nicht mehr an den STOFF /d.h. an die Scheinbildvorstellung 'Materie' – d.V./, sondern an die FORM glaubt, mit dem Geist des Materialismus, der Jahrhunderte hindurch die Auffassung der Naturwissenschaften bestimmt hat, nicht mehr in Einklang zu bringen ist.

Schon heute lässt sich daher sagen, dass die *materialistische Denkweise an gewissen im Weltbild der Naturwissenschaften auftretenden Schwierigkeiten gescheitert ist".* E 26

Prof. Dr. Arthur March, *Das neue Denken der modernen Physik,* Hamburg 1957

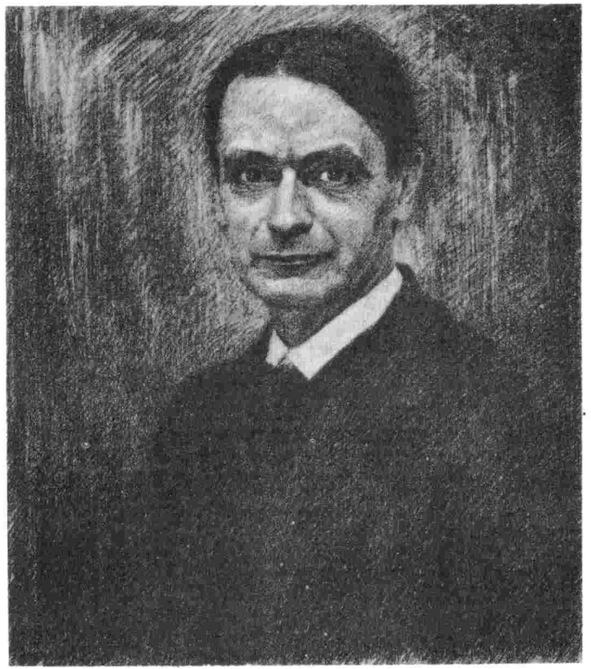
1891

"Ich habe bereits 1891 in der ... Einleitung der Goetheschen Farbenlehre ausgesprochen, ... dass in dem Ausbau der NATURWISSENSCHAFTLICHEN GRUNDVORSTELLUNGEN GOETHES die AUFGABE DER NATURWISSENSCHAFT DER ZUKUNFT liegt".

"Die AUFGABE DES (qualitativ orientierten d.V.) PHYSIKERS ist: komplizierte Vorgänge auf dem Gebiet der Farben-, Ton-, Wärme-Erscheinungen, der Elektrizität, des Magnetismus usw. AUF EINFACHE GESCHEHNISSE INNERHALB DER GLEICHEN SPHÄRE ZURÜCKZUFÜHREN. Er hat z.B. komplizierte Farbenvorkommnisse auf die einfachsten Farbenvorkommnisse zurückzuführen. Dabei hat er sich der mathematischen und mechanischen Gesetzlichkeit zu bedienen, insofern die Farbenvorgänge in räumlich und zahlenmässig zu bestimmenden Formen sich abspielen.

Nicht die Zurückführung der Farben-, Ton- usw. Vorgänge auf Bewegungserscheinungen und Kräfteverhältnisse innerhalb einer farb- und tonlosen Materie, sondern die Aufsuchung der /Ur-/ Zusammenhänge *innerhalb* der Farben-, Ton- usw. Erscheinungen *entspricht auf physikalischem Gebiet der mathematischen Methode".*

Dr. Rudolf Steiner



Dr. Rudolf Steiner (1861–1925)

Schrifttums- und Studienhinweise

JOHANN WOLFGANG v. GOETHE

Der Versuch als Vermittler von Objekt und Subjekt – 1792	
Beobachten und Ordnen – etwa 1792	
Objekt und Subjekt – 1793	(aus dem Briefwechsel mit G.Ch. Lichtenberg)
Rationelle Empirie – 1798	(aus dem Briefwechsel mit Schiller)
Das reine Phänomen – 1798	(aus dem Briefwechsel mit Schiller)
Bedenken – um 1800	(Betrachtung zum Thema "Lichtstrahlen")
Beiträge zur Optik	Erstes Stück – 1791
Beiträge zur Optik	Zweites Stück – 1792
Beiträge zur Optik	Drittes Stück – 1792/93 (Farbige Schatten)
Zur Farbenlehre	Band I/1 Didaktischer Teil Band I/2 Polemischer Teil Weimar 1810 Band II/1 Historischer Teil
Zur Naturwissenschaft (1817–1822) I/1	mit den Beiträgen: Geschichte der entoptischen Farben Wirkung des Doppelspates Elemente der entoptischen Figuren und Farben

Alle hier angeführten Abhandlungen Goethes sind in bibliographisch hervorragender Art veröffentlicht in
GOETHE – DIE SCHRIFTEN ZUR NATURWISSENSCHAFT
Herausgegeben im Auftrage der Deutschen Akademie der Naturforscher (Leopoldina) zu Halle
von Rupprecht Matthaei, Günther Schmid, Wilhelm Troll und Lothar Wolf
Verlag Hermann Böhlaus, Nachfolger Weimar 1951–1962
in 10 Textbänden und 10 Kommentarbänden.

Band I/3 und II/3	Beiträge zur Optik und Anfänge der Farbenlehre
Band I/4 und II/4	Zur Farbenlehre – didaktischer Teil
Band I/5 und II/5	Zur Farbenlehre – polemischer Teil
Band I/6 und II/6	Zur Farbenlehre – historischer Teil
Band I/7 und II/7	Anzeige und Übersicht / Farbtafeln mit Erkl.
Band I/8 und II/8	Naturwissenschaftliche Hefte Bd. I und II

Dr. RUDOLF STEINER (1861 - 1925)

GOETHES NATURWISSENSCHAFTLICHE SCHRIFTEN IN VIER BÄNDEN
Herausgegeben von Rudolf Steiner in Kürschners Deutscher National-Literatur durch die Union. *Deutsche Verlagsgesellschaft Stuttgart*
Nachdruck von Band 3 – DIE FARBENLEHRE – TROXLER VERLAG, BERN 1947.

GOETHES NATURWISSENSCHAFTLICHE SCHRIFTEN (1883) – Stuttgart 1962*)

GOETHES "SPRÜCHE IN PROSA" – mit Einleitung und Anmerkungen von Rudolf Steiner – Stuttgart 1967*)

GRUNDLINIEN EINER ERKENNTNISTHEORIE DER GOETHESCHEN WELTANSCHAUUNG (1886) – Stuttgart 1961*)

WAHRHEIT UND WISSENSCHAFT – Vorspiel einer "Philosophie der Freiheit" (1891) – Stuttgart 1961*)

DIE PHILOSOPHIE DER FREIHEIT (1893) – Grundzüge einer modernen Weltanschauung – 11. Auflage Stuttgart 1955

GOETHES WELTANSCHAUUNG (1897) – DORNACH 1961

*) preiswerte Taschenbuchausgaben des Verlages FREIES GEISTESLEBEN, STUTTGART

Alle zwischen 1770 und 1832 erschienenen Abhandlungen Goethes zur Naturwissenschaft und sämtliche Schriften zur Naturwissenschaft Goethes oder zur Weiterführung von Goethes Intentionen im Sinne einer GOETHEANISTISCHEN NATURWISSENSCHAFT, die zwischen 1833 und 1933 erschienen sind, werden in der von *Emil Abderhalden* herausgegebenen Bibliographie erfasst, die als Nachschlagewerk für jeden praktisch arbeitenden Goetheanisten unentbehrlich ist:

GÜNTHER SCHMID

GOETHE UND DIE NATURWISSENSCHAFTEN – EINE BIBLIOGRAPHIE
Herausgegeben im Namen der Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinisch Deutschen Akademie der Naturforscher von Emil Abderhalden, Halle (Saale) 1940.

Kann bei den Stadt- und Landesbibliotheken entliehen werden)

STUDIENVORSCHLAG

zur Selbsterarbeitung der *Grundlagen* einer qualitativ orientierten und quantitativ fundierten (bzw. fundierbaren) *goetheanistischen Wissenschaft* von den qualitativen Erscheinungsformen des Lichtes, der Farbe und der Finsternis.

1 Die theoretischen, praktischen und historischen Grundlagen des goetheanistischen Forschungs-, Experimental- und Erklärungsverfahrens

11	GOETHE, J.W.	Der Versuch als Vermittler von Objekt und Subjekt, 1792	Grundlegende Abhandlung zur Versuchspraxis und zum Erklärungsverfahren Goethes
12	GOETHE, J.W.	Das reine Phänomen, 1798	Ergänzende Abhandlung zu 11
13	GOETHE, J.W.	Beiträge zur Optik I und II, 1791/92	Elementare Prismenversuche. Lehrbeispiel für die exakte "Vermannigfaltigung" im Qualitätenbereich physikalischer Phänomene
14	GOETHE – DIE SCHRIFTEN ZUR NATURWISSENSCHAFT, Weimar 1951, Band I/3 und II/3 - herausgegeben von Rupprecht Matthaei u. Dorothea Kuhn		*Standardwerk des historischen Goetheanismus* mit allen Arbeiten Goethes zur Optik und Farbenlehre von 1790 bis 1808. Ausgabe mit Reproduktionen des Goetheschen Original-Tafelmaterials zu den BEITRÄGEN ZUR OPTIK I und II. Enthält alles oben unter 11–13 angeführte.

2 Praktische Einführungswerke in Goethes Farbenlehre

21	HEBING, JUL.	Welt, Farbe und Mensch Stuttgart 1950 - 1956 Vertrieb d. Restauflage: VERLAG FREIES GEISTESLEBEN, STUTTGART. Bisher erschienen: Band A, B, C, D1, D2, F, L	Hervorragend illustriertes Experimentalpraktikum mit schönem, z.T. handgemaltem Tafelmaterial und anschaulichem Begleittext
22	PROSKAUER, H.O.	Zum Studium von Goethes Farbenlehre, Basel 1969 2. Auflage, Zbinden-Verlag,	Klar und anschaulich geschriebenes Einführungswerk mit schönem Tafelmaterial und beigegebenem Versuchsprisma
23	BJERKE, ANDRE	Neue Beiträge zu Goethes Farbenlehre, Stuttgart 1963, Verlag Freies Geistesleben,	Kritische Gegenüberstellung der Optik Newtons mit Goethes Farbenlehre. Mehrfarbige Tafeln.
24	MATTHAEI, Prof. Dr. Rupprecht	Einführung in Goethes Farbenlehre – mit 75 Farbabb. und 65 Schwarz-Weiss-Zeichnungen – 244 S.	Zur Zeit der Drucklegung wird dieses Einführungswerk des bekannten Goethe-Fachmannes für Subskriptions-Interessenten angekündigt.

3 Die erkenntniswissenschaftlichen und methodologischen Grundlagen der goetheanistischen Forschungsweise

31	STEINER, Dr. Rudolf	Goethes naturwissenschaftliche Schriften, Stuttgart 1962	Unerlässlich für die Erarbeitung der erkenntniswissenschaftlichen und methodologischen Grundlagen einer qualitativ orientierten goetheanistischen Naturwissenschaft Insbes. Kap. IX Goethes Erkenntnistheorie, Kap. X/1 - Methodologie und Kap. XVI/ 1-2 – Das Urphänomen.
32	STEINER, Dr. Rudolf	Grundlinien einer Erkenntnistheorie d. Goetheschen Weltanschauung (1886), Neuaufl. Stuttgart 1961	Erforderlich zur Vertiefung der unter 31 aufgeführten Schrift, vor allem d. Kap. *Das Naturerkennen.*
33	STEIN, Dr. Walter Johannes	Die moderne naturwissenschaftliche Vorstellungsart und die Weltanschauung Goethes, wie sie Rudolf Steiner vertritt, Stuttgart 1921	Inaugural-Dissertation
34	LAUER, Dr. Hans Erhard	Die Wiedergeburt der Erkenntnis in der Entwicklungsgeschichte des menschlichen Erkenntnisstrebens, Freiburg i.Br. 1946	Eine umfassende Phänomenologie der menschlichen Erkenntnissphäre unter besonderer Berücksichtigung *Goethes und Rud. Steiners.*
35	KALLERT, Bernhard	Die Erkenntnistheorie Rudolf Steiners – Stuttgart 1960	Aus umfassender Sachkenntnis geschriebene Abhandlung zur Erkenntniswissenschaft Steiners und Goethes
36	GOEGELEIN, Dr. Christoph	Zu Goethes Begriff von Wissenschaft auf dem Wege der Methodik seiner Farbstudien, München 1972	Wichtige Neuerscheinung aus umfassender Überschau und Erkenntnis der Gesamtproblematik dargestellt.

4 Zur Praxis des goetheanistischen Vermannigfaltigungsverfahrens

41	MAIER, Dr. Rud. Ernst	Der Villardsche Versuch, Stuttgart 1923	Praktische Handhabung d. Vermannigfaltigungstechnik im Objektbereich der Beugungserscheinungen

5 Sammelwerke

51	GOETHE IN UNSERER ZEIT – RUDOLF STEINERS GOETHEANISMUS ALS FORSCHUNGMETHODE – Dornach 1949 – Hybernia-Verlag, Dornach–Basel		Beispiele für die Möglichkeiten eines weitergeführten Goetheanismus aus versch. Sachgebieten.

Diese Auswahl von Autoren und Schriften ist mit keinerlei Wertmassstab gegenüber der Vielzahl sachlich zuständiger, hier aber nicht erwähnter, goetheanistischer Autoren verbunden. Hier sollten lediglich die Wege gewiesen werden, auf denen JEDER die *Grundlagen der goetheschen Forschungsweise selbst erarbeiten* kann, ohne mit schwierigen Teilproblemen konfrontiert zu werden.

Erläuterungen zum Abhandlungstext

E 1 Schriften zum Werk und zur Biographie Newtons:

Newton, Sir Isaac	Opticks, or a treatise of the Reflections, Refractions, Inflections and Colours of Light (London, 1730), New York 1952 – Dower Public. Inc.
	Eine deutsche Übersetzung der Optik Newtons ist erschienen in: Ostwalds Klassikern der exakten Wissenschaften Nr. 96 und 97 von W. Abendroth.
Goethe, J.W.	Materialien zur Geschichte der Farbenlehre – historischer Teil – Sechste Abt. 18. Jahrhundert / Von Newton bis auf Dollond. Weimar 1957 – Hermann Böhlaus Nachfolger
Dessauer, Friedrich	Weltfahrt der Erkenntnis / Leben und Werk Isaac Newtons, Zürich 1945
Wawilow, S.I.	Isaac Newton, Berlin 1951 – Akademie-Verlag,
Laemmel, Rudolf	Isaac Newton, Zürich 1957 – Büchergilde Gutenberg

E 2 Riekher, Rolf — Fernrohre und ihre Meister / Eine Entwicklungsgeschichte der Fernrohrtechnik, Berlin 1957 – VEB Verlag Technik, Berlin

E 3 Newton ist nicht – wie oft behauptet wird – der Erfinder des Spiegelteleskops. Seine unbestritten hervorragende Leistung in der Entwicklungsgeschichte des Teleskop-Baues liegt in der handwerklich-praktischen Verwirklichung eines brauchbaren Instrumentes, vor allem in der damals äusserst schwer zu verwirklichenden Anfertigung eines optisch zureichenden Hohlspiegels. Hierzu vgl. E 2.

E 4 Zur Entwicklungsgeschichte der wissenschaftlichen Licht-Vorstellung und der zu Newtons Zeit herrschenden wissenschaftlichen Anschauung über Wesen und Erscheinung des Lichtes vgl. E 1, insbesondere Goethe, J.W. – Materialien zur Geschichte der Farbenlehre, Hoppe, Edmund – Geschichte der Physik, Braunschweig 1926 – Abt. 3 – Optik, S. 238 und Mach, Ernst – Die Prinzipien der physikalischen Optik, Leipzig 1921.

E 5 Newton, Opticks – Prop. VII, Lehrsatz 6 : "Die Vollkommenheit der Fernrohre wird durch die verschiedene Brechbarkeit der Lichtstrahlen verhindert."

E 6 Bisweilen wird die Erfahrungstatsache, dass das *menschliche Auge* die Umwelt *frei von störenden Randfärbungen abbildet*, mit dem Hinweis relativiert, dass unter bestimmten Versuchsgegebenheiten auch für das Auge störende Randfärbungen nachgewiesen worden sind.
Entscheidend ist jedoch hier, welche Abbildungsqualität das Auge *im Rahmen der für das Auge vorgesehenen Funktions- und Leistungsaufgaben* aufzuweisen hat. Und in dieser Hinsicht kann gesagt werden, dass das menschliche Sehorgan normalerweise eine Abbildungsgüte erreicht, die – auf optische Instrumente übertragen – in chromatischer, helligkeitsmässiger und verzeichnungsmässiger Hinsicht – als hervorragend gelten muss und *qualitativ* nicht überboten werden kann. Fernrohr und Mikroskop sind hier kein "Gegenargument", wie man meinen könnte, denn sie übertreffen das Auge nur in *quantitativer* Hinsicht.

E 7 Bei der angestrebten aber nicht gelungenen Achromatisierung des Fernrohrbildes bzw. der Fernrohrlinse war der entscheidende Irrtum Newtons die Meinung, jede (monochromatische) Farblichtstrahlung werde – unabhängig von der Eigenart des brechenden Mediums – um einen bestimmten, individuell verschiedenen Winkel abgelenkt. Dabei stand im Hintergrund die Vorstellung, dass die Ablenkung eines Farblichtstrahls durch dessen *Refrangibilität* bedingt sei, und diese Brech-barkeit sei eine das Licht kennzeichnende und dem Licht "immanente", unveränderliche Eigenschaft, die, durch Medien unbeeinflussbar, bei jeder optischen (vergrössernden oder verkleinernden) Abbildung in Erscheinung treten müsse. Dieses Vorurteil vermochten auch die "widersprechenden Versuchsergebnisse" nicht zu entkräften.

E 8 Die Proposition VII – Lehrsatz 6 der OPTIK lautet: The Perfection of Telescopes is impeded by the different Refrangibility of the Rays of Light (Die Vervollkommnung der Fernrohre wird durch die unterschiedliche Refrangibilität der Lichtstrahen verhindert).

E 9 Das LICHT ist als WESENHAFTES eine über-sinnliche Entität, der begrifflich keine Farbigkeit zugeordnet werden darf. Es ist über-farblich und daher – genau besehen – weder rot, noch gelb, grün, blau oder violett; in diesem Sinne aber natürlich auch nicht weiss.
Farbigkeit entsteht erst dann, wenn Licht auf der Grundlage einer "Lichtquell -SUBSTANZ" von bestimmter Farbeigenart wahrnehmlich in ERSCHEINUNG tritt.

E 10 Dieser entscheidende Versuch wird in dem unter E 2 erwähnten vorzüglichen Werk Rolf Riekhers eingehend untersucht und dargestellt. Die Unzulänglichkeit dieses Versuchs wird durch die mangelhafte "Vermannigfaltigung" der beteiligten Versuchskomponenten bedingt. Bei bestimmter Dimensionierung bleibt auch bei *Kombinationen unterschiedlich dichter optischer Medien* die Randfärbung *bestehen.* Das heisst jedoch nicht, dass dies bei *allen Kombinationen* der Fall wäre, was Newton – im Interesse *seiner* Theorie auf Grund unzulänglicher Experimentalprüfungen – annahm.

E 11 Übersetzung aus den Philosophical Transactions (zitiert nach Goethes "Materialien zur Geschichte der Farbenlehre"). Der Passus stellt eine Rechtfertigung Newtons dar, zu der dieser angesichts eines wissenschaftlichen Einwandes durch den Jesuitenschüler ANTONIUS LUCAS aus Lüttich genötigt war. Lucas war Schüler des Jesuitenpaters Franciscus Linus, der als Professor für Mathematik und Hebräisch am Englischen College wirkte.
Das von Newton geltend gemachte methodologische Leitbild ist auch im Bereich der Wissenschaft weiter verbreitet als man annehmen möchte. Dieser erkenntniswissenschaftlich problematische Grundsatz ist Quellpunkt einer Fülle von Teilwahrheiten, die unbeachtet oder halbbewusst in den exaktwissenschaftlichen Forschungsbetrieb eingeflossen sind und deren Nachweis nachträglich sehr schwer, wenn nicht gar unmöglich, ist.

E 12 J.W. GOETHE zum Problem "Autorität" und "Majorität":

"Ohne sie kann der Mensch nicht existieren, und doch bringt sie eben so viel Irrtum als Wahrheit mit sich; sie verewigt im Einzelnen, was einzeln vorübergehen sollte, lehnt ab und lässt vorübergehen, was festgehalten werden sollte, und ist hauptsächlich Ursache, dass die Menschheit nicht vom Flecke kommt."

"Autorität, dass nämlich Etwas schon einmal geschehen, gesagt oder entschieden worden sei, hat grossen Wert; aber nur der Pedant fordert überall Autorität."

"Jeder Forscher muss sich durchaus ansehen als einer, der zu einer Jury berufen ist. Er hat nur darauf zu achten, inwiefern der Vortrag vollständig sei und durch klare Belege auseinandergesetzt. Er fasst hiernach seine Überzeugung zusammen und gibt seine Stimme, es sei nun, dass seine Meinung mit der des Referenten übereintreffe oder nicht. Dabei bleibt er ebenso beruhigt, wenn ihm die Majorität beistimmt, als wenn er sich in der Minorität befindet; denn er hat das seinige getan, er hat seine Überzeugung ausgesprochen, er ist nicht Herr über die Geister noch über die Gemüter. In der wissenschaftlichen Welt haben aber diese Gesinnungen niemals gelten wollen: durchaus ist es auf Herrschen und Beherrschen angesehen; und weil sehr wenige Menschen eigentlich selbständig sind, so zieht die Menge den Einzelnen nach sich. Die Geschichte der Philosophie, der Wissenschaft, der Religion, alles zeigt, dass die Meinungen massenweise sich verbreiten, immer aber diejenige den Vorrang gewinnt, welche fasslicher, d.h. dem menschlichen Geiste in seinem gemeinen Zustande gemäss und bequem ist. Ja derjenige, der sich in höherem Sinne ausgebildet, kann immer voraussetzen, dass er die Majorität gegen sich habe."

"Nach unserem Rat bleibe jeder auf dem eingeschlagenen Wege und lasse sich ja nicht durch Autorität imponieren, durch allgemeine Übereinstimmung bedrängen und durch Mode hinreissen."

"Das schädlichste Vorurteil ist, dass irgend eine Art Naturuntersuchung mit dem Bann belegt werden könnte."

E 13 Neben der Abhandlung "Der Versuch als Vermittler von Objekt und Subjekt" sind die "Beiträge zur Optik I und II" in wissenschaftsmethodischer Hinsicht vorbildliche und grundlegende Arbeiten Goethes, die das Grundrüstzeug praktischer Wissenschaftsbetätigung im Qualitätsbereich *physikalischer Phänomene* darstellen. Die "Beiträge" sind Musterbeispiele eines qualitativ-exakten wissenschaftlichen Vorgehens im Sinne einer qualitativ zureichenden und quantitativ fundierbaren *goetheanistischen Naturforschungsweise.* Selbst wenn man nicht alle Forschungsergebnisse und Erklärungsversuche GOETHES gutheisst.

E 14 Das Problem *prokrusteischen Vorgehens im Bereich physikalischer Experimentalpraxis, d.h. exakter Wissenschaft* wird von A. St. EDDINGTON in seinem Buch "Philosophie der Naturwissenschaft", Cambridge 1939 (dtsch. im Francke-Verlag, Bern und im Humboldt-Verlag, Wien) im Kap. 7 "Entdeckung oder eigene Erzeugung? " eingehend untersucht.

E 15 "Wasserstoff-Licht", "Kohlenstoff-Licht" usw. ist eine abgekürzte Ausdrucksweise für: "Licht, welches auf der Grundlage glühender Wasserstoff-Substanz, Kohlenstoff-Substanz usw. in Erscheinung tritt."

E 16 Der Begriff FINSTERNIS ist mehrdeutig, je nachdem ob *psychologische, physiologische, physikalische o.a. Massstäbe* angelegt werden. Finsternis im Sinne von "Abwesenheit optisch wirksamer Strahlung" ist nicht identisch mit "physikalischer Wirkungslosigkeit". Optische Finsternis kann sowohl durch Abschirmung *jeglicher Strahlung* verwirklicht werden, sie ist aber auch bei Vorhandensein nichtoptischer Strahlung gegeben. FINSTERNIS im Sinne Goethes ist nicht nur als psychologisch-subjektive Gegebenheit, sondern als im Bereich der Erdenphysis wirksame und *kosmologisch* in Betracht kommende Weltenentität aufzufassen.

E 17 Diese Frage ist wissenschaftsgeschichtlich bedingt und insofern sinnvoll und berechtigt. Sie ist jedoch wegen der Bezeichnung "SONNEN-Licht" mehrdeutig, denn dieser Ausdruck schliesst sowohl den WESENS-Aspekt des LICHTES wie dessen ERSCHEINUNGS-Aspekt ein. Man könnte deshalb das zugrundeliegende Problem als Doppelfrage neu formulieren: Sind Farben im Licht-WESEN enthalten, das sich durch die materielle Erscheinungs-Grundlage glühender Sonnen-SUBSTANZEN verräumlicht? Sind Farben in der Licht-ERSCHEINUNGSGRUNDLAGE veranlagt und "enthalten", so dass sie dem erscheinenden Licht (-Wesen) bei der E-mission (Aussendung) in der glühenden Lichtquell-SUBSTANZ "incoloriert" und "aufgeprägt" werden?

Folgender Analogievergleich in Frageform vermag die Problematik zu verdeutlichen:
Ist beim MENSCHEN die Körperfarbe der leiblichen Erscheinungsgrundlage (weiss, gelb, rot, braun, schwarz) im GEIST-WESEN des sich inkarnierenden Menschen "enthalten"? Ist der GEIST des Menschen weiss, gelb, rot usw. pigmentgefärbt? Oder vereinigt er sich bei der in-carnation ("Ein-Fleischung") mit einer Erscheinungsgrundlage von bestimmter (Hautpigment-) FARBE?

E 18 Bei jedem Experiment sollte sorgfältig geprüft werden, ob eine "Form-Blosslegung" oder eine "Form-Neueinprägung", eine "Neuerzeugung" im Sinne eines prokrusteischen *Faktum Brutum,* vorliegt. Objektiven Erkenntniswert haben nur Experimente der ersten Art, praktische Bedeutung und "Selbsterkenntniswert" haben zweifellos auch letztere.
"Experimentelle Vermannigfaltigung" im Sinne Goethescher naturwissenschaftlicher Methodologie ist *immer ein Freilegen und Einsichtig-Machen der vom Welten-Logos im Natur-Objektbereich veranlagten* und insofern schon gegebenen und vorhandenen *"Weltgedanken".*

E 19 – Man gibt sich einer Täuschung hin, wenn man annimt, dass – vergleichsweise gesprochen – die hinter einem Gartenschlauch versprühten Wassertröpfchen schon *vorher in der Schlauchleitung als Wasser- T r o p f e n* enthalten und in Tropfenform vorhanden gewesen seien. Im Sinne des Eddingtonschen Vergleichs sind Gartensprühvorrichtungen *prokrusteische Experimentalanordnungen,* wenn man sie zu Beweiszwecken erstellt und mit ihrer Hilfe das Enthalten-gewesen-sein der Tropfen im Wasserkontinuum des Schlauches nachgewiesen werden soll. Bewiesen wird lediglich eines: nämlich der physikalische Sachverhalt, dass Wasser mit Hilfe mechanischer Sprühvorrichtungen versprühbar ist.

E 20 Die Vorstellung vom Enthaltensein der Spektralfarberscheinungen IM LICHT ist erkenntniswissenschaftlich und naturwissenschaftlich problembehaftet. Bei diesem Postulat hätte vorher geklärt werden müssen, ob unter LICHT – Licht-WESEN oder Licht-ERSCHEINUNG gemeint war und zu verstehen ist. Während die Behauptung, Farb-Erscheinungen seien im Licht-Wesen "enthalten", erkenntniswissenschaftlich unhaltbar ist, hat die Feststellung, Farb-Erscheinungen komplementärer Art seien im Licht-Erscheinungsbereich (z.B. neutralisiert) enthalten, eine gewisse physikalische Berechtigung.

E 21 Dieser Fragenzusammenhang wird auf S. 30 ff. eingehend untersucht, da er von wesentlicher Bedeutung für die Grundlagen der qualitativ und quantitativ orientierten Lichtlehre ist.

E 22 Die *Substanz des brechenden Mediums* als *wesentlichen Experimentalfaktor* in Betracht zu ziehen, der bei der Entstehung der Brechungsfarbränder massgeblich beteiligt ist, stand für Newton nicht zur Diskussion, da er in der *Stofflichkeit des Refraktionsmittels* nur eine "äussere Bedingung" zu sehen vermochte, welche auf die *Refrangibilitätseigenschaft der monochromatischen Farblichtstrahlen keinen* Einfluss hat.

E 23 Diese Formulierung stimmt mit den Beobachtungstatsachen in objektiver wie subjektiver Hinsicht überein (vgl. auch S. 10). Sie steht lediglich mit dem von Newton unzulänglich abstrahierten und der Erfahrungsgegebenheit widersprechenden Seitenriss-Schema (s.S. 7 – Abb. 3) nicht in Einklang. Dieses Schema ist auch *nach Klärung des Achromasie-Irrtums* beibehalten worden und Berechnungsgrundlage der physikalischen Optik geworden, obwohl es Beobachtungsergebnisse des Experimentalphysikers "theoriegerecht interpretiert".

E 24 Bei der konsequenten gedanklichen Auswertung des angeführten Analogievergleichs ergeben sich folgende ideelle Parallelen:

beim Vorstellungs-System Newtons

Lichtstrom hinter der Kreisblende	Im Schlauch fliessender Wasserstrom
Prisma	Sprühvorrichtung
Im Licht enthalten vorgestellte Spektralfarben	Im Wasserstrom enthalten vorgestelltes *tropfenförmiges Wasser*

beim Vorstellungs-System Goethes

Lichtstrom	Wasserströmung
Kreisblende	Die den Wasserstrom beschränkende Vorrichtung = Wasserschlauch
Dunkelheitszone hinter der Kreisblende	Wasserschlauch-Umgebung (Luft)
Prisma	Materielle Vorrichtung zur Durchmischung von Wasser (Licht) und Luft (Finsternis)
Prismatische Randfarben	Wechselwirkungsergebnis von 1. Wasserströmung, 2. Luft-(umgebungs)-Widerstand und 3. Sprühmechanismus, das in Form von Wasser-TROPFEN in Erscheinung tritt.

E 25 Die Bezeichnung QUANTITÄTS-WISSENSCHAFT bzw. QUALITÄTS-WISSENSCHAFT ist eine vorstellungsmässige und verständigungsbedingte *Vereinfachung* des tatsächlichen Sachverhaltes. Denn jene Wissenschaftsströmung, welche sich vor allem die Durchdringung des wissenschaftlichen Objektbereiches mit Hilfe von *Quantitäts*-Begriffen zur Aufgabe gestellt hat, ist ja ursprünglich ebenfalls von PHÄNOMENEN ausgegangen, in denen Qualitatives *und* Quantitatives in natürlicher Einheit miteinander unlösbar verbunden sind. Und auch der spätere Verlauf der Wissenschaftsentwicklung zeigt, dass

– zumindest für den Experimentalphysiker – die *Phänomene* im Vordergrund stehen, selbst wenn sie nicht mehr *unmittelbar* in Betracht gezogen, sondern *indirekt* am "(Ersatz-)Phänomen" *dunkler Messgerät-Zeiger vor heller Messkala* zur Kenntnis genommen werden, in der Annahme, auf diesem Weg das *ursprüngliche Phänomen* besser zu "verstehen".

Während jeder quantitativ vorgehende Naturwissenschaftler vorübergehend von den qualitativen Gegebenheiten *abstrahiert,* um die quantitativen Zusammenhänge begrifflich zu erfassen, geht der qualitativ orientierte Naturwissenschaftler in entgegengesetzter Richtung. Er sieht bei den ursprünglichen, *qualitativ und quantitativ gegebenen Phänomenen* vom quantitativen Aspekt ab, um die Gesetzlichkeiten im Bereich der Qualitäten zu ermitteln, was wiederum – in vielen Fällen – nicht ohne Messungs-Gegenkontrollen möglich ist. Die Anwendung z.B. des Qualitäts-Begriffes *"Farben-Gleichheit"* setzt nämlich voraus, dass Farb-*Qualitäten exakt* (und nicht nur ungefähr) *verglichen werden können.*

Jede Qualitäts-Wissenschaft ruht auf einem *quantitativen* Unterbau und *jede Quantitäts-Wissenschaft* ist von *qualitativ-phänomenalen Gegebenheiten* durchsetzt, so dass der Frontverlauf zwischen *Quantitätswissenschaft und Qualitätswissenschaft mitten durch beide Bereiche geht.*

Es ist gut, sich hier zu vergegenwärtigen, dass die Gleichsetzung von QUALITÄT und QUANTITÄT mit SUBJEKTIV und OBJEKTIV eine willkürliche Festlegung ist, die auf *unzulänglichen erkenntnis-wissenschaftlichen Voraussetzungen* basiert und von *Zweckmässigkeitsgesichtspunkten* (Abgrenzung des naturwissenschaftlichen Tätigkeits-*Bereiches)* geleitet ist.

Eine wirklich *universale* Wissenschaft *muss immer qualitativ orientiert und quantitativ fundiert sein,* so dass alle grössenmässigen Beziehungen als "Informations-Gegebenheiten" ebenso berücksichtigt werden, wie die formenmässig-qualitativen, welche ebenso "objektiv" vorhanden, erforschbar und "informativ" sind, wie die *quantitativen Sachverhalte.*

Angesichts eines "Baukunstwerkes", gleichgültig ob natürlicher Herkunft oder von Menschen geschaffen, sind zwei konträre, jedoch ideell vereinbare, Erkenntnishaltungen möglich. Man kann QUANTITATIV vorgehen, indem man die Bausteine *zählt, wiegt und misst* und ihre technischen Daten (Härte, Festigkeit, chemische Zusammensetzung usw.) ermittelt ODER QUALITATIV, indem man die *Formen* und *Formungszusammenhänge* des Baumaterials exakt untersucht und eine (Bau-)*Stil-Wissenschaft* erarbeitet. *Die Welt des Geformten* dem Subjektbereich *zuzuordnen,* um sie – auf Grund dieser Zuordnung – für *wissenschaftlich nicht exakt erforschbar* zu erklären, muss zwangsläufig jede *Morphologie als "Wissen-"schaft* in Frage stellen, ohne zu berücksichtigen, dass dies das Ergebnis eines willkürlichen Vorurteils ist.

Wenn die quantitativ orientierte Naturwissenschaft der Auffassung zuneigt, dass durch immer genauere mikrophysikalisch-quantitative Untersuchungsmethoden und Beobachtungsdaten letztlich auch die *Formen*fülle des architektonischen, plastischen und malerischen Kunstwerkes "NATUR" verständlicher werden könnte, beachtet sie nicht den Wesensunterschied zwischen QUALITÄT und QUANTITÄT, zwischen FORMUNGS-IDEE und FORMUNGS-GRUNDLAGE, zwischen FORMENDEM GEIST und GEFORMTEM STOFF. Es ist Ausdruck eines unzulänglichen Folgerns, wenn man meint, die *künstlerische Form* eines *"David"* könnte durch immer genauere quantitativ-physikalische Messungen

und quantitativ-chemische Analysen der . . . *Marmor-Grundlage,* die das Kunstschöpferwesen MICHELANGELO physisch bearbeitet, gestaltet und geformt hat, eines Tages doch besser begriffen werden. Diese Auffassung teilt analog nicht nur die moderne, physikalisch ausgerichtete Molekularbiologie, sondern auch die quantitativ orientierte, materialistische Physik selbst, welche die *physikalische Formenwelt allein mit den Erkenntnismitteln, die das Zentimeter- – Gramm- – Sekunden-System erschliesst, begreifen, verstehen, erkennen und zureichend erklären möchte.*
Die letzte Konsequenz dieses Weges hat HUGO DINGLER (Das Experiment – sein Wesen und seine Geschichte, München 1928) folgendermassen gekennzeichnet:

> "In der Realität besteht das, was allein in der *messenden Physik* konstatiert werden kann, in 'Coinzidenzen'. Diese Meinung ist abstrahiert aus der Tatsache, dass eine Coinzidenz zwischen einer Stelle der Mess-Skala mit einer bemerkbaren Grenze einer realen Erscheinung konstatiert wird. Alle Ablesungen solcher Coinzidenzen mit Massstäben liefern natürlich Zahlen, Zahlenreihen, und wenn man feststellt, wie eine Erscheinung zahlenmässig variiert, wenn eine andere von uns zahlenmässig geändert wird: Zahlentabellen. So scheint sich als einziges geistig greifbares Resultat aller messenden Physik eine ungeheure "Wolke von Zahlen" zu ergeben, und – da die messende Physik das Ziel aller experimentellen Physik darstellt – ist diese *Zahlenwolke* sozusagen die *Quintessenz aller experimentellen Physik überhaupt.*
> Da ferner die experimentelle Physik als der einzige Zugang zu den Geheimnissen der Realität sich darzustellen scheint, so erscheint schliesslich für diese Auffassung die genannte Zahlenwolke sozusagen als das in geistig fassbare Gestalt übergeführte innere Wesen der Realität."

Weil nun die Umwelt, in der wir leben, und letztlich der MENSCH selbst erfahrungsgemäss *mehr ist als eine Zahlenwolke* einschliesslich der dazugehörenden Differentialgleichungen, ist es klar, dass die quantitativ vorgehende Physik *nur einen Aspekt der Welt erfasst, beschreibt und erkennt.*
Aus dieser Sicht resultiert die Berechtigung und Notwendigkeit einer QUALITATIV ORIENTIERTEN PHYSIKALISCHEN WISSENSCHAFTSRICHTUNG, nicht nur einer die exakte Quantitäts-Physik begleitenden Psychologie, die sich mit dem Bereich der verbliebenen "Rest-Subjektivitäten" Farbe, Klang, Form usw. zu begnügen hat, ohne im Grunde an das Exaktheitskriterium der *Physik* heranzukommen. Hier ist allerdings eine grundlegende Überprüfung der überholten, von der Physik aber noch beibehaltenen, *Subjekt/Objekt-Gliederung* unerlässliche Voraussetzung.
Worauf es dem kritischen und voraussetzungslosen GOETHEANISMUS DES 20. JAHRHUNDERTS im Grunde ankommt, ist nicht so sehr die dogmatische Übernahme Goethescher Forschungs-ERGEBNISSE, die natürlich zeit- und sachbedingt teilweise überholt oder korrekturbedürftig sind, sondern

> *der Ausbau einer qualitativ-morphologisch orientierten, exakten Wissenschaft von den Erscheinungen im Bereich der "Physis" des Universums (= Physik i.W.S.), welche die experimentell und ideell gesicherten Ergebnisse der quantitativ orientierten Physik unangetastet lässt, sofern sie nicht unzulängliche Modellbildvorstellungen enthält oder wesentliche qualitative Versuchskomponenten vernachlässigt (→ Finsternis).*

Aus dieser Sicht stellt der NATURWISSENSCHAFTLICHE GOETHEANISMUS für die heutigen *exakten Wissenschaftsdisziplinen keine Konkurrenz* dar, sondern eine notwendige Ergänzung und Erweiterung des herkömmlichen *physikalischen Quantitativismus,* der sich seiner selbst auferlegten methodischen Beschränkung immer deutlicher bewusst wird.
Wenngleich noch nicht überall klar erkannt, ist die angedeutete sachlich bedingte Ergänzung und Erweiterung der vorwiegend quantitativ orientierten Physik und Chemie zu einer universalen, qualitativ-quantitativen Naturwesenserkenntnis die Hauptaufgabe der exakten Naturwissenschaften für das kommende Jahrhundert.
Die elementaren Voraussetzungen für eine qualitativ orientierte und quantitativ fundierbare Naturerkenntnis hat GOETHE erarbeitet, die erkenntniswissenschaftlichen Grundlagen hiezu hat Rudolf STEINER in vorbildlicher Weise gegeben.

E 26 Man könnte vielleicht auch sagen, dass sich die einseitig materialistische Denk- und Forschungsweise ihrer Gültigkeitsgrenzen und Erkenntnismöglichkeiten bewusst geworden ist.
Von einem "Scheitern" der materialistischen Denkweise könnte insofern gesprochen werden, als der *wissenschaftliche Materialismus* die in ihn gelegten Erwartungen, ein allgemeingültiges, umfassendes und zureichendes *"Weltbild"* zu erschliessen, nicht erfüllt hat.
Aufgabe des *physikalischen Materialismus* bzw. der *materialistischen Physik* war es, die *quantitativ-dimensionalen Bezüge und Gegebenheiten* im Bereich des von *Quantitäten und Qualitäten erfüllten physikalischen Universums* der wissenschaftlichen Erkenntnis zu erschliessen.

Innerhalb des quantitativ fassbaren TEIL-Bereiches wissenschaftlicher Erfahrung hatte die materialistische Denkweise zweifellos ihre Berechtigung, denn die *Durchdringung des physikalischen Objektbereiches mit Quantitätsbegriffen* hat zu einer weitgehenden Erschliessung und Nutzung früher unbekannter Naturkräfte geführt. Gescheitert ist jedoch unbezweifelbar der *Alleinvertretungsanspruch der materialistischen Denkweise* im Bereich der Naturwesenserkenntnis und der wissenschaftlichen Weltanschauung mit ihren erschreckenden sozialen Auswirkungen, die nicht mehr übersehen und überhört werden können, weil heute die Erde als Existenzgrundlage des Menschen durch die Folgewirkungen quantitätswissenschaftlicher Forschungsergebnisse insgesamt (d.h. in der Luft, im Wasser und am Boden) in Frage gestellt ist.
Nicht zuletzt deshalb, weil man glaubte, alles QUALITATIVE vernachlässigen zu dürfen. Hier ist eine geistige Wende nur mit Hilfe Goethes und Rudolf Steiners möglich. Im übrigen hat Rudolf Steiner bereits 1891 ausgesprochen, dass im Ausbau der qualitätswissenschaftlichen "Grundvorstellungen Goethes die Aufgabe der Naturwissenschaft der Zukunft besteht".

Das hier reproduzierte, relativ selten zu findende Bändchen von Viktor und Wilhelm Scharnowell über die Grundlagen der farbigen Erscheinungen, die seinerzeit sowohl Isaac Newton, als auch später seinen "Gegenspieler" Johann Wolfgang von Goethe beschäftigten und deren Versuche einer befriedigenden Erklärung zur Folge hatten, spiegelt in übersichtlicher Form und prägnanter Argumentation den "Goetheschen" Standpunkt" und damit auch den von Rudolf Steiner wider. Es erscheint mir ein guter Einstieg in die "Problematik" für denjenigen zu sein, der sich, trotz der angeblich seit langem zugunsten Newtons entschiedenen Kontroverse, dennoch darüber in Kenntnis setzen möchte, was seinerzeit Goethe dazu veranlaßte, sich heftig gegen Newtons Vorstellungen zu wenden.

Wilhelm Scharnowell (1922-1991) war Ingenieur und lebte in Dortmund - mehr ist üereb den Autor im Netz nicht zu finden . . .

* * * * * * *